

В. Г. БОРИСОВ

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК И ЕГО РАБОТА

МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА

Основана в 1947 году

Выпуск 1061

В. Г. Борисов

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК И ЕГО РАБОТА



МОСКВА «РАДИО и СВЯЗЬ» 1983

ББК 32.85
Б82
УДК 621.396.6

Борисов В. Г.

Б82 Радиотехнический кружок и его работа. — М.: Радио и связь, 1983. — 104 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1061).

75 к.

Даются методические рекомендации и практические советы по организации и содержанию работы кружков начинающих радиолюбителей. Приведены описания технологии монтажа, испытания и налаживания приемников, УНЧ, измерительных пробников и приборов, сетевого блока питания и других устройств, рекомендуемых для конструирования в радиотехнических кружках.

Для широкого круга радиолюбителей и руководителей радиокружков.

Б $\frac{2402020000\text{-}055}{046(01)\text{-}83}$ 153-83

ББК 32.85
6Ф0.3

Рецензент В. А. ГОРСКИЙ

Редакция литературы по электронной технике

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга адресуется главным образом кружкам начинающих радиолюбителей, их наставникам и активистам. Она может стать пособием по руководству практической деятельностью кружков, работающих по программам органов народного образования, ЦК ДОСААФ СССР, а также для огромной армии ребят, занимающихся радиотехническим конструированием самостоятельно дома.

Организаторами кружков могут быть не только радиоспециалисты, учителя физики или труда, увлекающиеся радиоэлектроникой, но и учащиеся старших классов, успешно занимавшиеся в кружках внешкольных учреждений или дома. Методические и практические рекомендации, приведенные в книге, помогут им организовать работу кружка.

Для радиотехнических кружков разработаны: типовая программа кружка первого года занятий, одобренная Главным управлением школ Министерства просвещения СССР, и Примерная программа кружка по подготовке значкистов «Юный радиолюбитель», утвержденная ЦК ДОСААФ СССР. Общий объем знаний и навыков, предусматриваемых этими программами, примерно одинаков. Но вторая программа вдвое короче первой — с расчетом на то, что значительную часть практических работ кружковцы выполняют дома. Эта программа, как наиболее приемлемая для школ, где кружки занимаются обычно раз в неделю, и взята за основу книги.

Автор и редакция литературы по электронной технике обращаются к руководителям и активистам радиотехнических кружков с просьбой прислать свои отзывы и замечания по адресу: 101000, Москва, Главпочтамт, а/я 693, издательство «Радио и связь», Массовая радиобиблиотека.

Автор

НАША СТРАНА — РОДИНА РАДИО

Портрет Александра Степановича Попова — выдающегося русского физика и электротехника, изобретателя радио — непременная принадлежность любого учреждения, имеющего прямое или косвенное отношение к радиотехнике и электронике, радиотехнических лабораторий, кабинетов физики, общеобразовательных школ, кружков радиолюбителей. Имя А. С. Попова носят Высшее военно-морское училище радиоэлектроники, Всесоюзное научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи. Научно-исследовательский институт радиовещательного приема и акустики, Куйбышевская радиовещательная станция. Постановлением Советского правительства «Об ознаменовании 50-летия со дня изобретения радио А. С. Поповым» мы с 1945 года отмечаем 7 мая как праздник День радио. Этим же постановлением Совета Министров СССР учреждена золотая медаль имени А. С. Попова, присуждаемая советским и зарубежным ученым за выдающиеся научные работы и изобретения в области радио. Все это — святая память о русском ученом, давшем человечеству радио.

В конце книги (приложение 2) читатель познакомится с важнейшими датами жизни и деятельности А. С. Попова. Здесь же мы выделяем лишь те из них, которые каждый, кто желает приобщиться к радиолюбительству, самой радиотехнике, должен знать и помнить.

Первая из этих дат — 7 мая 1895 года. В этот день А. С. Попов демонстрировал ученым на заседании физического отделения Русского физико-химического общества изобретенный им прибор, реагирующий на электромагнитные волны. Излучателем электромагнитных волн был вибратор в виде двух квадратных металлических пластин, присоединенных к разряднику, находившемуся в цепи вторичной обмотки катушки Румкорфа. Как только между шариками разрядника происходил электрический разряд, возбуждающий электромагнитные волны, приемный прибор отзывался на них трелью электрического звонка. В конце доклада А. С. Попов сказал: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией».

Этот день вошел в историю мировой науки как день рождения радио.

Вторая дата — 24 марта 1896 года. В тот день А. С. Попов демонстрировал ученым передачу и прием радиосигналов с записью на ленту телеграфного аппарата. Когда аудитория стихла, послышался стук телеграфного аппарата, соединенного с приемником — изобретатель радио принимал сигналы, передаваемые его ближайшим помощником П. Н. Рыбкиным. Это была первая в мире радиограмма.

Весной 1897 года дальность связи между берегом и кораблем не превышала 650 м. А двумя годами позже, после того, как А. С. Попов открыл возможность приема радиосигналов на слух с помощью телефонных трубок, дальность радиосвязи достигала уже 35 км. Этот блистательный успех изобретателя радио послужил мощным толчком к дальнейшему развитию радиотелеграфа в России.

Случай помог А. С. Попову доказать жизненную потребность изобретенного им беспроволочного средства связи. Поздней осенью 1899 года во время шторма, сопровождавшегося снежной пургой, у пустынных берегов острова Гогланд в Финском заливе сел на камни броненосец береговой обороны «Генерал-адмирал Апраксин». От острова до ближайшего на материке г. Котка около 45 км. По предложению морского технического комитета для руководства спасательными работами было решено использовать радиосвязь. К месту аварии был послан ледокол «Ермак», доставивший на остров Гогланд

все необходимое для оборудования радиостанции. Работой руководил П. Н. Рыбкин. Другая радиостанция под руководством А. С. Попова была установлена возле г. Котка на острове Костало. С февраля по апрель 1900 года, в очень тяжелых погодных условиях, действовала эта первая в мире линия связи. За это время было передано и принято 440 радиограмм. Одна из них оказала неоценимую услугу человечеству.

Это случилось 6 февраля 1900 года. П. Н. Рыбкин принял от А. С. Попова радиограмму, адресуемую командиру «Ермака»: «...Около Лавенсаари оторвало льдину с рыбаками. Окажите помощь». Ледокол немедленно вышел в море и снял со льдины 27 рыбаков. Люди были спасены от неминуемой гибели благодаря радио.

Изобретатель радио сделал еще очень важное открытие для будущего своего детища. Летом 1897 года во время опытов по передаче радиосигналов с транспорта «Европа» на крейсер «Африка» А. С. Попов обнаружил, что при появлении между этими кораблями третьего корабля слышимость сигналов сильно ослабевала и даже совсем пропадала. Проанализировав это явление, ученый высказал мысль о возможности обнаружения кораблей, находящихся на пути радиоволн. Тем самым он указал путь к радиолокации — радиотехническому средству обнаружения и определения местоположения предметов на земле, на воде, в воздухе и космосе.

А. С. Попов был пламенным патриотом. Наиболее ярким примером патриотизма может служить ответ ученого на приглашение работать за границей, где ему предоставлялись благоприятнейшие материальные условия: «Я русский человек,— отвечал он,— и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения имею право отдать только моей Родине. Я горд тем, что родился русским. И если не современники, то может быть потомки наши поймут, сколь велика моя преданность Родине, и как счастлив я, что не за рубежом, а в России открыто новое средство связи».

Путь к подлинному развитию радио в нашей стране и служению народу открыла Великая Октябрьская социалистическая революция. В исторический день 7 ноября 1917 года из Петербурга по радио было сообщено о низложении временного правительства и переходе власти в руки Совета рабочих и солдатских депутатов. Эта радиограмма, принятая мощной радиостанцией в г. Архангельске и тут же переданная далее, была принята не только другими радиостанциями России, но и некоторыми станциями Европы. Так благодаря радио мир почти мгновенно узнал о победе Октября.

В исторические дни Великого Октября радиостанции только что родившейся страны Советов передавали подписанные вождем революции В. И. Лениным радиограммы «Всем, всем, всем!». В этих радиограммах давались указания органам власти на местах, опровергалась клевета и ложь буржуазии о Советской Республике. Радиограммы, передававшиеся из центра революции— Петрограда, печатались и широко распространялись во многих городах страны. Так радио помогало становлению первого в мире социалистического государства.

В. И. Ленин с необычайной прозорливостью видел в радио не только оперативную беспроволочную связь, но и мощное средство агитации и пропаганды, коммунистического воспитания трудящихся. Уже в июле 1918 года им был подписан декрет Совета Народных Комиссаров о централизации радиотехнического дела в стране. В том же году по указанию Ленина в Нижнем Новгороде (Горьком) была создана радиолаборатория — первый советский радиотехнический университет, сыгравший ведущую роль в развитии в стране радиовещания и радиофикации.

Нижегородской лабораторией, которой позже было присвоено имя В. И. Ленина, руководил крупнейший по тому времени специалист в области радио Михаил Александрович Бонч-Бруевич. Под его руководством здесь было налажено производство радиоламп, а осенью 1920 года закончена постройка первой радиотелефонной станции, передававшей на большие расстояния живую человеческую речь. Владимир Ильич, узнав об этих работах Нижегородской лаборатории, писал в дружеском тоне профессору М. А. Бонч-Бруевичу: «...Пользуюсь случаем, чтобы выразить Вам глубокую благодарность и сочувствие по поводу большой работы радиоизобретателей, которую вы делаете. Газета без бумаги и «без расстояний», которую Вы создаете, будет великим делом. Всяческое и всемерное содействие обещаю Вам оказывать этой и подобным работам».

Трудно переоценить ту огромную роль, которую сыграл В. И. Ленин в

деле развития радиотехники в нашей стране. Сейчас огромная территория нашей Родины густо покрыта сетью радиовещательных и телевизионных станций. Радиоприемник или радиотрансляционная точка, телевизор стали предметами первой необходимости нашего быта. Средствами радиосвязи оснащены все виды воздушных, морских и речных кораблей, экспедиции всех видов и назначений, автомобили пожарных команд и службы медицинской помощи, грузовые и пассажирские поезда. Тысячи радиостанций обеспечивают оперативное руководство полевыми работами в совхозах и колхозах. Бесперебойно поддерживается радиосвязь между городами и селами нашей необъятной страны.

Радиотехника и ее спутница электроника позволили автоматизировать многие производственные процессы, управлять механизмами на расстоянии, делать точнейшие измерения, с быстротой мысли вести сложнейшие математические расчеты, проникнуть в мир атома и пользоваться скрытым в нем большим запасом энергии, управлять космическими кораблями, следить за состоянием здоровья отважных космонавтов, видеть их работу в открытом космосе, пейзажи далеких планет нашей солнечной системы.

Таков лишь небольшой перечень примеров современной радиоэлектроники, познание и освоение которой часто начинаются с радиолюбительства в школьные годы.

СОВЕТСКОЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО

«Ни в одной области человеческих знаний не было такой массовой общественно-технической самодеятельности, охватывающей людей самых различных возрастов и профессий, как в радиотехнике. Радиолюбительство — это могучее движение, которое привело к участию в радиоэкспериментах тысячи энтузиастов, посвящающих свой досуг технике. Наше советское радиолюбительство имеет еще одну особенную отличительную черту: оно носило и носит в себе идею служения своей родине, ее техническому процветанию и культурному развитию.» Так о радиолюбительстве в нашей стране и его значении говорил выдающийся советский ученый академик С. И. Вавилов.

...Свои первые шаги радиолюбительское движение сделало в начале двадцатых годов, как только начали работать радиотелефонные станции. Друзьями радио называли тогда людей, объединявшихся в коллективы, ставившие своей целью содействовать развитию и широкому внедрению радио в жизнь. Само же слово «радио» тогда практически означало «радиовещание», и усилие его энтузиастов было направлено на радиофикацию красных уголков, изб-читален, общежитий, домов, сел и городов. И сейчас радиолюбители остаются верными помощниками местных советов народных депутатов трудящихся, сельсоветов, колхозов и совхозов в деле радиофикации новостроек, сел, культурно-просветительских учреждений, передвижных полевых станов.

Первое государственное признание и поддержку деятельность радиолюбителей получила в декрете Совета Народных Комиссаров от 4 июля 1923 года. Этим документом Народному комиссариату почт и телеграфов предоставлялись право... «разрешать государственным, профессиональным и партийным учреждениям и организациям... сооружение и эксплуатацию радиостанций для специальных целей», в том числе любительских, которыми считались «радиостанции, не преследующие ни промышленных, ни коммерческих целей и устанавливаемые... для любительского изучения дела».

Этот акт Советского правительства создал благоприятные условия для развития радиолюбительства по всей стране.

Наиболее же мощный подъем радиолюбительского движения начался после принятия Советом Народных Комиссаров СССР 28 июля 1924 года постановления «О частных приемных радиостанциях», известного среди радиолюбителей как постановление «о свободе эфира». Нижегородская лаборатория, отзываясь на него, организовала общество радиолюбителей, начала выпуск популярных брошюр по электро- и радиотехнике, конструированию любительских приемников.

Многочисленные друзья радио получили 15 августа 1924 года первый номер своего журнала — «Радиолюбитель». Обращаясь к читателям редакция писала: «Радиолюбитель» — одно из наших общих начинаний; его существование — залог успешного развития радиолюбительства. А поэтому всякий, кому дорого радиолюбительство, не вправе в отношении журнала огра-

ничиваться только пассивной ролью наблюдателя и читателя...». С шестнадцати страничек этого номера журнала по существу и началась летопись советского радиолюбительства.

Позже журнал «Радиолюбитель» был переименован в «Радиофронт», а после Великой Отечественной войны — в журнал «Радио». 14 августа 1974 года Указом Президиума Верховного Совета СССР журнал «Радио» за плодотворную работу по воспитанию трудящихся в духе советского патриотизма, пропаганду радиотехнических знаний и развитие радиолюбительского движения в стране награжден орденом Трудового Красного Знамени. Центральный Комитет КПСС, обращаясь к коллективу редакции, авторам и читателям журнала «Радио» в связи с его пятидесятилетием, писал: ... «Журнал «Радио» — один из популярнейших в нашей стране. Он активно пропагандирует ленинскую мысль о радио, как о «газете без бумаги и «без расстояний», которая стала в наши дни мощным средством распространения коммунистических идей. Журнал оказывает положительное воздействие на дальнейшее развитие и совершенствование радиотехники, электроники, средств связи, телевидения и радиовещания, играющих важную роль в научно-технической революции».

Сегодня радиолюбительство — это огромнейшая «народная лаборатория». Она вносит заметный вклад в научно-технический прогресс, ведет работу по внедрению радиоэлектроники в различные отрасли народного хозяйства, техники, медицины, активно участвует в научных экспериментах. Итоги ее работы систематически подводятся на местных, зональных, республиканских и Всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов. На них демонстрируются и поощряются лучшие из лучших образцов творчества радиолюбителей-умельцев. Конструкции опытных радиолюбителей часто превосходят технический уровень промышленной радиоаппаратуры.

История радиолюбительства знает и такие примеры, когда итогом творчества становится изобретение, знаменующее новый этап в развитии техники. Именно таким, например, еще в начале двадцатых годов стало изобретение нижегородским радиолюбителем О. В. Лосевым генерирующего детектора — кристадина — прообраза многих современных полупроводниковых приборов. Радиолюбители открыли возможности дальних радиосвязей на коротких волнах при ничтожно малых мощностях передатчиков, им принадлежит приоритет использования коротких волн в Арктике, в авиации, автомобильном транспорте, сельскохозяйственном производстве и других областях народного хозяйства. Больших успехов добились наши радиоспортсмены — «снайперы» эфира, «лисоловы», радиомногоборцы. На протяжении многих лет они на международных соревнованиях по радиоспорту занимают ведущие места.

Советское радиолюбительство прошло большой и славный путь. Из разрозненных кружков друзей радио, стихийно появлявшихся в начале двадцатых годов, оно за минувшее шестидесятилетие выросло в подлинно массовое движение энтузиастов электроники. В многочисленных радиолюбительских коллективах сотни тысяч юношей и девушек приобщаются к техническому творчеству, радиоспорту, радиотехническим специальностям для народного хозяйства, Вооруженных Сил нашей Родины. Возглавляет радиолюбительское движение Добровольное оборонное общество содействия армии, авиации и флоту — ДОСААФ.

Разнообразно творчество юных радиолюбителей. Это различные по сложности приемники прямого усиления и супергетеродины, усилители звуковой частоты, в том числе для радиофикации школ, пионерских лагерей, учебно-демонстрационные пособия по радиотехнике для физических кабинетов, магнитофоны и диктофоны, электро- и радиоизмерительные приборы, электронные автоматы различного назначения, приборы в помощь агрономам колхозов и совхозов, промышленным предприятиям и многое другое. Лучшие и наиболее оригинальные конструкции юных радиолюбителей демонстрируются и поощряются на традиционных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов, описываются на страницах журналов «Радио», «Юный техник», «Моделист-конструктор», в брошюрах и книгах «Массовой радиобиблиотеки». Участие в смотрах радиолюбительского творчества — интересное, полезное и весьма почетное дело.

Приобщиться к радиолюбительскому творчеству — значит сделать первые шаги к познанию современной радиотехники и даже, возможно, к будущей профессии радиоспециалиста.

РАДИОКРУЖОК И ЕГО ПРОГРАММА

Кружки радиолюбителей — одни из самых популярных среди ребят школьного возраста. Нет, пожалуй, такого Дворца или Дома пионеров и школьников, станции или клуба юных техников, где бы не было радиолюбительских кружков. Кружки юных радиолюбителей создаются в школах, спортивно-технических клубах ДОСААФ, в пионерских лагерях, при ЖЭКах. Готовые конструкции, являющиеся показателем конкретных практических результатов работы кружков, демонстрируются на местных выставках, слетах юных техников, а лучшие из них — в павильоне «Юные натуралисты и техники» ВДНХ СССР, на смотрах научно-технического творчества молодежи (НТТМ), на традиционных Всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ.

Радиолюбительство, как и сама радиоэлектроника, не только разнообразно, но и многопланово. Радиолюбители изучают и конструируют разные по сложности приемники и усилители звуковой частоты, радиоизмерительные приборы, магнитофоны, электронные приборы-автоматы различного назначения, аппаратуру для управления механизмами на расстоянии, радиоспортивную аппаратуру, электронные вычислительные машины и многое другое. Но, как правило, все начинается с наиболее простого, более понятного и доступного — с изучения и постройки радиовещательных приемников прямого усиления, усилителей звуковой частоты для воспроизведения грамзаписи, измерительных пробников и приборов, необходимых при конструировании этой приемно-усилительной аппаратуры. Необходимые для этого знания и практические навыки радиолюбители получают в кружках начинающих или, пользуясь соответствующей литературой, приобретают их самостоятельно дома. Это первая ступень радиолюбительства. Вторая ступень — изучение и постройка супергетеродинных радиоприемников, в том числе и для наблюдения за любительскими радиосвязями, усилителей для высококачественного воспроизведения звукозаписи. На этих стадиях у радиолюбителя определяется интерес к какой-то более узкой области радиотехники или электроники, которая в дальнейшем, часто надолго, становится его увлечением.

Основой деятельности кружков является радиотехническое конструирование. Теоретические сведения, несколько опережающие школьную программу, сообщаются в форме живых бесед, сопровождаемых опытами, демонстрациями по ходу практических работ, и лишь в том объеме, который безусловно необходим для осмысленного подхода к постройке и налаживанию предлагаемых усилителей звуковой частоты, приемников, для пользования электроизмерительными приборами. Кружковцы, усвоившие теоретические сведения по основам электро- и радиотехники и построившие конструкции, предусмотренные программой (см. приложение 1), награждаются значком «Юный радиолюбитель», учрежденным ЦК ДОСААФ в 1967 году. В соответствии с Положением значки «Юный радиолюбитель» выдают для награждения районные и городские комитеты ДОСААФ по представлению местной радиотехнической школы, спортивно-технического клуба, руководителей школ и внешкольных учреждений, судейских коллегий соревнований по радиоспорту, оргкомитетов радиовыставок.

Программу кружка составляют темы, имеющие порядковую нумерацию. По каждой теме предусматриваются сумма необходимых теоретических сведений и перечень практических работ. Фактическая же последовательность прохождения тем в кружке может быть несколько иной, потому что познавательные беседы и технический инструктаж неизбежно перемежаются на каждом занятии с практическими делами, а некоторые темы являются сквозными на все время работы кружка. К сквозной, например, относится тема 2 «Элементы электро- и радиотехники». Теоретические сведения по каждой части этой темы надо сообщать применительно к конкретным практическим работам, выполняемым по другим темам. Тема 5 «Полупроводниковые диоды и транзисторы» в большей части тоже сквозная, потому что имеет прямое отношение почти ко всем другим темам программы. Своевременное сообщение теоретических сведений и умелое увязывание их с практикой — педагогическое искусство, к овладению которым должен стремиться руководитель кружка.

Перечень практических работ не следует считать исчерпывающим; вполне допустимо включить в план работы кружка конструирование приборов и

устройств, не предусмотренных программой, но соответствующих той или иной теме. Так, например, в практические работы по теме 6 «Усилитель низкой частоты» может быть включено конструирование мегафонов, переговорных устройств.

В зависимости от местных условий, технического оснащения кружка, интересов учащихся программа может претерпевать некоторые изменения: может быть сокращен материал по одной теме и увеличен по другой, исключены отдельные темы и введены новые. Электронные лампы, например, как устаревающие, не включены в программу кружка. Но если кружок в достатке располагает электронными лампами, переданными ему шефами, а в полупроводниковых приборах ощущается недостаток, в таком случае в программу может быть введена тема «Электронные лампы и их применение», предусматривающая знакомство с этими приборами и конструирование приемников и усилителей на них. Соответственно несколько сократится конструирование радиотехнических устройств с использованием в них полупроводниковых приборов.

Занятия кружка ни в коем случае не должны копировать или напоминать школьный урок. Доходчивые беседы (а не лекции) по теории могут занимать не более 15—20 минут на каждом двухчасовом занятии. Это должны быть именно беседы, с демонстрациями опытов, с вопросами и ответами, спорами кружковцев. Многие беседы могут проводить сами кружковцы, используя для этого соответствующую литературу, рекомендуемую руководителем кружка. Вообще же научить радиолюбителей пользоваться технической литературой и особенно справочной — одна из важнейших задач, стоящих перед кружком. Список рекомендуемой литературы всегда должен быть в кружке и систематически пополняться.

В данной книге сделана попытка проиллюстрировать практическую деятельность кружка, работающего по этой программе, конкретными конструкциями приборов и устройств, соответствующих ее темам. Кроме того, даны практические советы по конструированию супергетеродинов, аппаратуры радиостанции начинающего коротковолновика.

Если кружок начинающих радиолюбителей организуется во Дворце или Доме пионеров и школьников, на станции юных техников или в другом внешкольном учреждении, где уже есть техническая база, опытные руководители, там для будущего радиолюбителя проблем нет: надо своевременно записаться в кружок и регулярно посещать занятия.

Сложнее обстоит дело с радиокружком в школе, при ЖЭКе, в пионерском лагере. Если, конечно, он создается впервые. Начинать новое всегда куда сложнее и труднее, чем продолжать налаженное дело. Здесь, прежде чем объявить о наборе в кружок, предстоит решить ряд организационных и материальных вопросов. Прежде всего надо позаботиться о помещении, где будет заниматься кружок, о деталях и материалах для конструкторской работы, о необходимой литературе. Нужно, разумеется, подумать и о постоянном руководителе, наставнике кружка. Вопросы, конечно, не из простых, но они вполне разрешимы. Главное здесь— инициатива самих ребят, желающих влиться в армию радиолюбителей, развивать творческие способности. А поддержка и помощь со стороны руководства школой, комсомольской и пионерской организаций, шефствующего промышленного предприятия, местного внешкольного учреждения и организаций ДОСААФ будут всегда оказаны. Поможет, надеемся, и эта книга.

Лучшей базой для работы школьного радиокружка является, конечно, физический кабинет школы. Здесь непременно найдутся необходимые кружку электроизмерительные приборы, учебно-наглядные пособия по электро- и радиотехнике, некоторые монтажные инструменты. На лабораторных столах, если накрыть их фонерными защитными щитами, можно монтировать приемники, усилители, блоки питания и другие радиотехнические устройства. Что же касается слесарных и столярных работ, требующих специального оборудования, выполнять их можно в учебных мастерских. В дальнейшем кружок пополнит физический кабинет новыми демонстрационными устройствами, учебными плакатами и приборами, способствующими лучшему усвоению учащимися школы основ радиоэлектроники.

Рабочий уголок кружка можно также оборудовать в пионерской комнате. И сделают это сами ребята.

Для начала практической работы, а начинается она уже на втором, максимум, на третьем занятии, потребуются обрезки картона, чертежной бумаги для панелей и каркасов катушек простейших конструкций, обмоточный провод диаметром 0,15—0,5 мм в любой

изоляции, полупроводниковые диоды и транзисторы, головные телефоны, провод и изоляторы для сооружения антенны, желательно наружной, и заземления. В дальнейшем, когда кружок приступит к изучению и постройке транзисторных усилителей низкой частоты, приемников прямого усиления, потребуются резисторы и конденсаторы разных типов и параметров, транзисторы разных структур и мощностей, динамические головки прямого излучения, трансформаторы и другие детали.

Некоторые промышленные предприятия страны выпускают для радиолюбителей так называемые «Радиоконструкторы» — наборы деталей и материалов, предназначенные для самостоятельной сборки разных по сложности транзисторных радиоприемников, усилителей низкой частоты, измерительных приборов, электронных автоматов. Многие кружки используют такие наборы для практической работы. Продаются они в магазинах культтоваров и радиотоваров, «Учебные пособия». Некоторые «Радиоконструкторы», а также радиодетали можно приобрести через Центральную базу Посылторга и Московскую межреспубликанскую торговую базу Центросоюза. Адреса этих торговых баз и условия приобретения радиодеталей по почте указаны в приложении 3.

Для руководства радиокружком желательно пригласить учителя физики, знания, педагогический опыт и авторитет которого будут надежной гарантией плодотворной работы кружка. Главные его задачи — своевременное проведение познавательных бесед по основам электро- и радиотехники, организации нарастающих по сложности практических работ, техническое консультирование. Присутствие же его на каждом занятии, например, во время заготовки и подбора деталей, монтажа приемников или усилителей, вовсе не обязательно. Самодеятельность и самоуправление должны стать организационной основой кружка.

Возглавить кружок может также кто-то из старшеклассников, имеющих опыт постройки и налаживания предусматриваемых программой конструкций. Для него это будет почетным долгом выполнения девиза: «Научился сам — научи товарищей».

Не исключено, что среди родителей найдется радиоспециалист или опытный радиолюбитель, который согласится стать наставником кружка.

Первое занятие, которое проводится обычно во второй половине сентября— первой половине октября, можно условно подразделить на две части. Первая часть — организационная: ознакомление учащихся с задачами, стоящими перед кружком, порядком, содержанием и расписанием занятий, выбор старосты. В дальнейшем староста, являясь первым помощником руководителя, будет следить за общим порядком в кружке, его «хозяйством», назначать на каждое занятие дежурных, вести учет посещаемости, дневник кружка. Иногда выбор старосты целесообразно перенести на третье-четвертое занятие, когда кружковцы лучше узнают друг друга и отдадут предпочтение наиболее авторитетному по деловым качествам.

Вторая часть первого занятия — вводная беседа по первой теме программы «Наша страна — родина радио». Этот короткий рассказ о творчестве ученого-экспериментатора А. С. Попова, его опытах по увеличению дальности действия изобретенного им беспроволочного средства связи, о развитии радио в нашей стране после Великой Октябрьской социалистической революции. Особое внимание следует уделить заслугам В. И. Ленина в высокой оценке возможностей радио и желании поставить его на службу народу и революции, вниманию Коммунистической партии и Советского правительства к развитию радиотехники и электроники в нашей стране.

Более широко первая тема программы раскрывается в нескольких дополнительных беседах применительно к знаменательным датам календаря. Так, например, беседу о значении радиотехники в обороне страны можно приурочить к Дню Советской Армии и Военно-Морского Флота (23 февраля), в завоевании космоса — к Дню космонавтики (12 апреля), в техническом прогрессе — к Дню радио (7 мая). Проведение этих бесед можно поручить самим кружковцам.

Но вот кружок организован, проведены первые занятия. Где и как в дальнейшем руководитель кружка может получать методическую помощь, практическую поддержку?

С первых же дней существования кружка необходимо установить связь с городской, районной, областной (краевой) станциями юных техников, являющимися инструктивно-методическими центрами по техническому творчеству школьников. Это позволит руководителю участвовать в методических объединениях, создаваемых при мест-

ных внешкольных учреждениях, в краткосрочных курсах, обычно организуемых институтами усовершенствования учителей и областными станциями юных техников, постоянно общаться с такими же руководителями кружков и обмениваться с ними опытом.

Надо, естественно, уведомить городской или районный комитет ДОСААФ об организации кружка. А в дальнейшем, когда кружок окрепнет и наберет силы, следует связаться и с местным советом ВОИР — он может помочь в привлечении специалистов-консультантов, давать посильные задания творческого характера, а в некоторых случаях оказывать и материальную помощь кружку.

ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРО- И РАДИОТЕХНИКУ

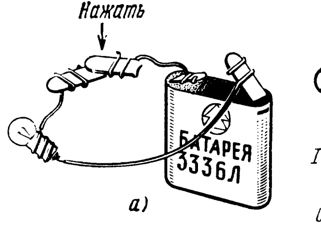
Вторую тему программы кружка надо рассматривать как бы введением в электро- и радиотехнику, как фундамент понятий и знаний, на котором будет держаться вся дальнейшая практическая деятельность кружка и каждого из его членов.

Здесь, правда, могут возникнуть некоторые трудности, связанные с тем, что эти теоретические сведения опережают школьную программу курса физики. Даже в VII классе знакомство с электрическими явлениями начинается только во второй половине учебного года, когда в кружке ребята должны строить, испытывать и налаживать транзисторные усилители, приемники. Но без элементарных знаний основ электро- и радиотехники нельзя разобраться в сущности действия даже самого простого радиотехнического устройства, измерительного прибора.

Однако, как показывает опыт, ребята сравнительно легко усваивают основные понятия об электрическом токе и его свойствах, его источниках, о проводниках и непроводниках тока. Вряд ли кто теперь не знает, что ток течет по металлическим проводам, являющимися проводниками тока, что через сухую бумагу, ткань, пластмассы, изоляционную ленту и многие другие непроводники ток течь не может. Что при коротком замыкании в электросети или электроприборе, подключенном к ней, перегорает плавкий предохранитель, называемый в обиходе «пробкой».

Но, пожалуй, больше всего теоретических и практических сведений об элементах электротехники ребята получают, пользуясь карманным электрическим фонарем. Потому что в нем есть все, без чего не может быть электрической цепи, являющейся основой любого электроприбора, усилительного или радиоприемного устройства. С него-то, пожалуй, и надо начать знакомство с элементами электротехники, с «чтения» принципиальных электрических схем.

Все детали плоского электрического фонаря, извлеченные из его корпуса, соединения между ними, а также его принципиальная схема изображены на рис. 1. Здесь же показан и упрощенный график, иллюстрирующий принцип действия фонаря. В фонаре роль источника тока выполняет батарея 3336Л, состоящая из трех, соединенных последовательно гальванических элементов. Чтобы узнать, как устроен и как соединены между собой элементы, достаточно вскрыть и внимательно рассмотреть отработавшую батарею. В некоторых круглых электрических фонарях роль подобной «электростанции» выполняют два элемента 343 или 373, соединяемые в батарею последовательно. На схемах



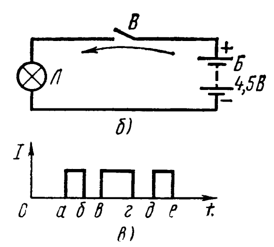


Рис. 1. **Детали плоского электрического карманного фонаря и его электрическая схема**

отрицательный полюс (электрод) батареи или элемента обозначают символически короткой черточкой и знаком «—», положительный — удлиненной черточкой и знаком «+», саму батарею (или элемент) — буквой *Б* и рядом указывают ее напряжение. В нашем примере напряжение батареи *Б* равно 4,5 В.

Второй элемент электрического фонаря — лампа накаливания. На схемах ее обозначают кружком с перпендикулярно пересекающимися линиями внутри и буквой *Л*. Это потребитель электрической энергии батареи, ее нагрузка.

Третий элемент фонаря — выключатель *В*, представляющий собой две металлические пластинки, замыкающиеся между собой при нажатии на одну из них или надвигании одну на другую. Это управляющий или, как говорят, коммутирующий элемент.

В фонаре роль проводников, соединяющих его элементы, выполняет металлический корпус. На нашем же рисунке эти соединения сделаны отрезками монтажного провода. Но независимо от того, как это сделано, на схемах соединительные проводники, являющиеся токонесущими элементами, обозначают прямыми линиями.

Пока контакты выключателя *В* не замкнуты, лампа *Л*, естественно, не светится. При замыкании контактов выключателя лампа через соединительные проводники оказывается подключенной к полюсам батареи и в образовавшейся электрической цепи появляется ток, который накаливает нить лампы и тем самым заставляет ее светиться. В данном случае лампа преобразует электрическую энергию в световую.

Батарея гальванических элементов является источником постоянного тока, носители которого — электроны — движутся в цепи все время в одном и том же направлении. За условное направление тока в цепи, подключенной к такому источнику, принято считать

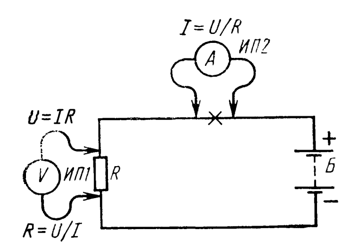


Рис. 2. Измерения в электрической цепи

направление от его положительного полюса к отрицательному, а внутри источника — от отрицательного полюса к положительному. Значение (или сила) этого тока зависит от напряжения источника и сопротивления цепи. При постоянстве напряжения источника и сопротивления цепи значение тока в ней остается неизменным.

Если контакты выключателя периодически замыкать и размыкать, как это делают, например, при световой сигнализации во время военизированных игр, ток в цепи будет течь импульсами. По направлению он постоянный, но периодически появляющийся и исчезающий. Иллюстрировать такой ток может график, показанный на рис. 1,*в*. Здесь горизонтальная линия символизирует в некотором масштабе время *t*, вертикальная — характеризует значение тока *I* в цепи.

О чем может рассказать этот график? До момента времени, отмеченного буквой *а*, ток в цепи был равен нулю (тока в цепи вообще не было). Когда контакты оказались замкнутыми, ток в цепи появился и тек до момента времени *б*. Он опять появился в момент времени *в*, исчез в момент времени *г*, опять появился и через некоторый промежуток времени снова исчез. Ток в цепи тек тремя импульсами прямоугольной формы: коротким, более длинным и снова коротким. Импульсами такой же продолжительности светилась и лампа фонаря, что при световой сигнализации соответствует букве «р» (точка — тире — точка) телеграфной азбуки.

Лампа накаливания, обладающая определенным сопротивлением (а на ее месте может быть другая нагрузка, например резистор, транзисторный усилитель или приемник), является участком цепи. Поэтому на схеме его можно обозначить в виде резистора *R*, как это сделано на рис. 2 (для простоты выключатель на нем не показан). Напряжение, действующее (или пáдающее) на этом участке цепи, можно измерить вольтметром *ИП1*, подключив его параллельно этому участку, а значение тока — амперметром *ИП2* (или миллиамперметром), включив его в цепь последовательно, т. е. в разрыв ее. Если пренебречь малым сопротивлением соединительных проводников (десятые и даже сотые доли ома), то напряжение на измеряемом участке цепи можно считать равным напряжению источника питания. Сопротивление участка цепи можно измерить омметром, предва-

рительно отключив от него все соединительные проводники.

Значение тока в участке цепи зависит от напряжения на нем и его сопротивления. Математически эту зависимость выражают законом Ома:

$$I = U/R,$$

где I — значение тока в амперах (А); U — напряжение в вольтах (В); R — сопротивление в омах (Ом). Следовательно, ток в участке цепи тем больше, чем меньше его сопротивление и напряжение на нем.

Закон Ома для участка цепи можно записать еще и в таком виде:

$$U = IR \text{ или } R = U/I.$$

Закон Ома позволяет по двум известным параметрам (данным) участка цепи рассчитать неизвестный третий. Проиллюстрируем это тремя примерами.

1. На участке цепи, сопротивление которого 10 Ом, падает напряжение 4,5 В. Каково значение тока, текущего через этот участок цепи?

Решение: $I = U/R = 4{,}5/10 = 0{,}45$ А (450 мА).

2. Напряжение 4,5 В, падающее на участке цепи, создает в нем ток, равный 30 мА. Надо узнать сопротивление этого участка цепи.

Прежде всего ток, указанный здесь в миллиамперах, надо выразить в амперах (1 мА=0,001 А). Тогда $R = U/I = 4{,}5/0{,}03 = 150$ Ом.

3. Через участок цепи сопротивлением 1,2 кОм течет ток, равный 3 мА. Каково падение напряжения на этом участке цепи?

И в этом случае ток должен быть выражен в амперах, а сопротивление в омах (1 кОм = 1000 Ом). Следовательно, $U = IR = 0{,}003 \cdot 1200 = 3{,}6$ В.

Закон Ома, являющийся основным законом электротехники и радиотехники, должен стать постоянным спутником радиолюбителя во всей его практической деятельности. Пользуясь им, радиолюбитель может заранее разгадать многие «загадки» электрической цепи, рассчитать параметры ее элементов, предвидеть конечные результаты. Вот почему его надо хорошо знать, понимать и умело применять на практике. А опытам с электрической цепью следует посвятить не менее одного полного занятия кружка.

Но источник постоянного тока, по существу, всего лишь вспомогательный элемент радиоприемника или усилителя. Он только питает цепи усилительных или преобразовательных элементов, а

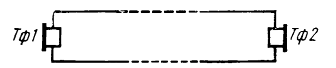


Рис. 3. Схема простейшего телефона

работают в них переменные токи. Они-то и являются тем средством, с помощью которого осуществляются передача и прием звуковой информации на расстоянии без проводов.

Впрочем по проводам звук можно передать и без источника постоянного тока. Проверить это можно на таком простом опыте. Соедините между собой двумя проводами длиной по нескольку метров два электромагнитных телефона (на рис. 3 — *Тф1* и *Тф2*). Они образуют замкнутую электрическую цепь. Пусть один из вас, находясь в соседней комнате, говорит перед телефоном, а кто-то, прижав второй телефон к уху, слушает. То, что будет сказано на одном конце проводной линии связи, будет услышано на другом ее конце.

В чем суть действия такого простейшего средства связи? Электромагнитный телефон, с устройством которого можно познакомиться, отвернув крышку и осторожно сняв мембрану, является преобразователем электрической энергии в механическую энергию колебаний мембраны. Но если перед ним говорить, то он становится преобразователем звуковых колебаний воздуха в переменный ток звуковой частоты. Этот ток по проводам поступает к телефону на другом конце линии связи и преобразуется им в звуковые колебания воздуха, воспринимаемые нами как звук.

По своей природе переменный ток сложнее тока постоянного. Переменный ток называют также электрическими колебаниями, потому что его носители — электроны — в прово-

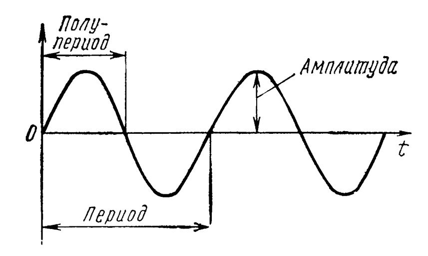


Рис. 4. Графическое изображение переменного тока

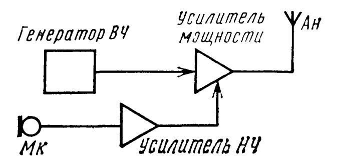


Рис. 5. Структурная схема радиовещательной станции

дах совершают колебательные движения. Как и механические колебания, переменный ток графически изображают волнистой линией (синусоидой), идущей вдоль оси времени *t* (рис. 4). Полуволны над осью времени символизируют движение носителей тока в одном направлении (их условно называют положительными полуволнами переменного тока), под осью времени — в другом, противоположном первому направлению (отрицательные полуволны переменного тока). Движение электронов в проводнике в одном направлении, а затем в другом направлении к исходной точке называют одним колебанием тока, а время, в течение которого происходит одно полное колебание,— периодом. Половину колебания называют полупериодом, наибольшее значение тока во время каждого полупериода — амплитудой, а число колебаний в секунду— частотой переменного тока. Аналогично синусоидой обозначают и переменное напряжение.

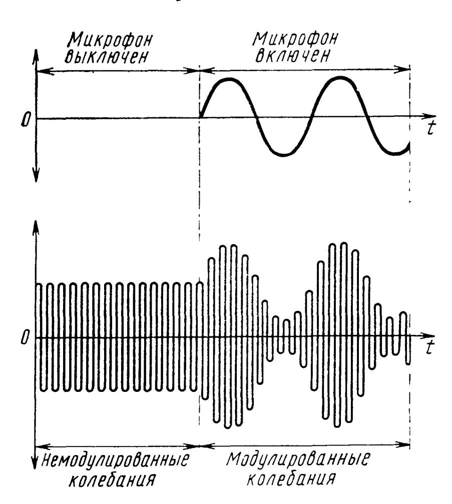


Рис. 6. Графики, иллюстрирующие электрические процессы, происходящие в передатчике радиостанции

За единицу частоты переменного тока принят герц (Гц), соответствующий одному колебанию в секунду. Частота тока в наших электроосветительных сетях равна 50 Гц. Если такой ток преобразовать в ток постоянный, он может быть использован для питания приемно-усилительной аппаратуры, радиоизмерительных приборов.

В радиотехнике используются переменные токи частотой от нескольких герц до нескольких десятков гигагерц (1 ГГц=1000 МГц; 1 МГц=1000 кГц). Антенны радиовещательных станций длинноволнового, средневолнового и коротковолнового диапазонов, например, питаются токами частотой примерно от 150 кГц до 50—60 МГц. Эти быстропеременные токи и являются средством передачи живой человеческой речи, музыки на большие расстояния без проводов — по радио.

Как же осуществляется передача звуковой информации по радио?

Структурная схема аппаратуры передающей радиовещательной станции показана на рис. 5. Выражаясь образно, «сердцем» передатчика радиостанции является генератор высокой частоты (ВЧ). Он вырабатывает ток высокой, но строго постоянной для данной станции частоты. Этот ток, усиленный до необходимой мощности, поступает в антенну *Ан* и возбуждает в окружающем ее пространстве электромагнитные колебания точно такой же частоты, называемые радиоволнами. Чтобы узнать длину волны λ («лямбда») этой радиостанции, надо скорость распространения электромагнитной энергии, выраженной в тысячах километров в секунду, разделить на ее частоту f в мегагерцах, т. е. $\lambda=300/f$. Так, например, если несущая частота данной станции 1,5 МГц, длина ее электромагнитной волны будет 200 м (это радиостанция средневолнового диапазона).

В студии радиостанции находится микрофон *Мк* и усилитель низкой частоты (НЧ), усиливающий колебания звуковой частоты, поступающие к нему от микрофона. Если передается музыкальное произведение, записанное на грампластинке, или репортаж, записанный на магнитную ленту, то вместо микрофона ко входу усилителя подключают звукосниматель или магнитофон. Усиленные колебания звуковой частоты поступают в одно из усилительных устройств передатчика, называемое *модулятором,* и воздействуют на амплиту-

ду высокочастотных колебаний. При этом антенна излучает амплитудно-модулированные электромагнитные колебания высокой частоты.

Процессы, происходящие в аппаратуре передатчика радиовещательной станции, иллюстрируют графики, показанные на рис. 6. Пока студийный микрофон (звукосниматель или магнитофон) не включен, в антенну передатчика поступает ток строго постоянной частоты и амплитуды. В это время антенна станции излучает электромагнитную энергию (радиоволны) неизменной мощности. Но вот в студии включили микрофон и перед ним заговорил диктор. Теперь амплитуда высокочастотных колебаний, поступающих в антенну, уже не постоянна, а изменяется в такт с током звуковой частоты, поступающим от микрофона. От этого изменяется и мощность электромагнитной энергии, излучаемой антенной: чем значительнее амплитуды тока звуковой частоты, тем в бо́льших пределах изменяется и мощность высокочастотного тока передатчика. Чем больше частота этого тока, тем с большей частотой изменяются амплитуда тока в антенне и излучаемые ею модулированные электромагнитные колебания.

В радиовещательном приемнике происходят обратные процессы. Если в радиовещательной станции звук последовательно преобразуется сначала в электрические колебания низкой частоты, а затем в электромагнитные колебания высокой частоты, то при радиоприеме решается обратная задача: модулированные колебания преобразуются в ток звуковой частоты, а затем в звук. В простейшем радиоприемнике преобразование модулированных колебаний в колебания звуковой частоты осуществляется *детектором,* а преобразование их в звук — *головными телефонами.* Такому приемнику посвящается третья тема программы кружка.

Здесь были затронуты в основном лишь три вопроса из второй темы программы — понятие о постоянном и переменном токе, электрической цепи и законе Ома, радиовещательном тракте — понятия, с которыми радиолюбитель сталкивается в своей практической деятельности. Сведения об устройстве, электрических свойствах, единицах измерения и соединении резисторов и конденсаторов можно почерпнуть из учебников физики общеобразовательной школы, а о функциях этих и некоторых других деталей в радиоаппаратуре неоднократно будет упоминаться в главах, посвященных другим темам программы.

Вообще же в кружке полезно иметь учебные плакаты и наглядные пособия, рассказывающие об устройстве и конструкциях разных типов резисторов, конденсаторов, гальванических элементов и батарей. Выполнить их могут сами кружковцы по образцам плакатов, помещенных в конце книги.

ПРОСТЕЙШИЙ РАДИОПРИЕМНИК

В первые послевоенные годы многие районы нашей страны радиофицировались простейшими приемниками — детекторными. Десятки тысяч их было построено и установлено радиолюбительскими кружками и клубами в домах колхозного крестьянства. После страшных лет временной оккупации люди с особой жадностью ловили по радио каждое слово о жизни и успехах страны. Тогда же промышленность начала выпускать детекторный приемник «Комсомолец».

Сейчас детекторный приемник утратил свою былую значимость. Ему на смену пришел сначала ламповый приемник, а затем и транзисторный. Но в программах радиолюбительских кружков, в радиотехнических учебниках детекторный приемник сохранился, потому что он представляет собой большую познавательную ценность.

Детекторный приемник — наипростейшее радиоприемное устройство. В нем всего три функциональных элемента: колебательный контур, детектор и телефон. Первый из них служит для настройки приемника на несущую частоту радиовещательной станции, второй — для преобразования принятых высокочастотных модулированных колебаний в колебания низкой частоты, третий — для преобразования колебаний низкой частоты в колебания воздуха, воспринимаемые нами как звук. Элементы, выполняющие такие же функции, есть в любом радиоприемнике. Без них вообще невозможен радиоприем. Таким образом сборку детекторного приемника и опыты с ним надо рассматривать как этап на пути к конструированию транзисторного радиовещательного приемника.

Детекторному приемнику источник

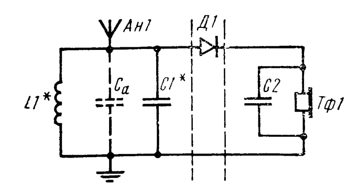


Рис. 7. Принципиальная схема детекторного приемника

постоянного тока не нужен. Он работает исключительно благодаря энергии радиоволн, преобразованной его антенной в энергию модулированных колебаний высокой частоты. Без антенны, желательно наружной, и надежного заземления, являющихся составными элементами колебательного контура, добиться от детекторного приемника сколь-нибудь качественной работы не удастся. Сооружению антенны и устройству заземления (если их нет) можно посвятить специальное занятие кружка.

Принципиальная схема одного из возможных вариантов детекторного приемника показана на рис. 7. Катушка *L1*, конденсатор *C1* и подключенные к ним антенна *Ан1* и заземление образуют колебательный контур, являющийся селективным (избирательным) устройством приемника. Конденсатор $C_а$, обозначенный на схеме штриховыми линиями, символизирует емкость антенного устройства, входящую в контур. Настройка контура на несущую частоту сигнала радиостанции может осуществляться как подбором индуктивности катушки *L1*, так и емкости конденсатора *C1*, что на схеме обозначено звездочками. Подбирать индуктивность катушки можно, например, изменением числа ее витков или введением в нее высокочастотного сердечника. Контурный же конденсатор *C1* может быть конденсатором переменной емкости.

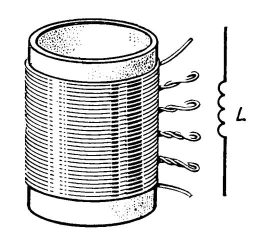


Рис. 8. Контурная катушка приемника

Роль второго элемента приемника *Д1* может выполнять любой полупроводниковый точечный диод, например *Д9*, *Д2* с любым буквенным индексом. Третий элемент — высокоомные головные телефоны *Тф1*, например ТОН-1, ТА-56. Низкоомные телефоны (с катушками сопротивлением до 100—150 Ом) для детекторного приемника вообще непригодны.

Конденсатор *C2*, подключаемый параллельно телефонам,— вспомогательная деталь. Без него приемник будет работать, но, возможно, несколько хуже. Этот конденсатор может быть бумажным (МБ), слюдяным (КСО) или керамическим (КД, КТ) емкостью 3300—4700 пФ.

Вариантов детекторного приемника может быть много. Однако все они различаются только конструктивным выполнением колебательного контура. Цепь же, состоящая из детектора и телефонов, соединенных между собой последовательно, и подключаемая к контуру параллельно, в любом варианте остается неизменной. Поэтому детали этой цепи можно смонтировать на небольшой панели из картона или фанеры и во время опытов подключать их к экспериментальному контуру.

Наибольший познавательный интерес представляют три способа настройки контура: подбором числа витков катушки и емкости конденсатора *C1*, высокочастотным сердечником катушки (при неизменной емкости конденсатора *C1*) и конденсатором переменной емкости (при неизменной индуктивности катушки *L1*).

Катушку контура первого варианта лучше всего (для наглядности) намотать на каркасе диаметром 70—75 и высотой 100—110 мм, склеенном из бумаги на подходящей круглой болванке (например, на бутылке из-под молока). На хорошо просушенный каркас намотайте в один слой 250 витков провода ПЭВ-1 0,15—0,2, делая отводы (в виде петель) через каждые 50 витков (рис. 8). Начало и конец катушки крепите, пропуская провод через отверстия в каркасе. Получится секционированная катушка, пригодная для контура, рассчитанного на прием радиовещательных станций длинноволнового (ДВ) и средневолнового (СВ) диапазонов. Ее индуктивность при настройке будете изменять включением в контур от одной до всех пяти ее секций.

Приступайте к опытам (по схеме на рис. 9). Параллельно катушке подклю-

чите слюдяной или керамический конденсатор (*C1*) емкостью 82—100 пФ, а к ним — антенну, заземление и остальные детали приемника. Изменяя число секций катушки, включаемых в контур переключателем *B1*, настройте приемник на одну из радиостанций, прием которой возможен в вашей местности. Затем, не изменяя числа секций катушки, включенных в контур, подбором конденсатора *C1* (заменяя его другими конденсаторами) добейтесь наиболее громкого приема сигналов этой станции. Емкость его может быть от 47—51 до 470—510 пФ. Если при замене его конденсатором большей емкости громкость приема будет ослабевать, в контур следует включать конденсатор меньшей емкости, и наоборот.

Добившись наилучшей настройки на волну этой радиостанции, точно так же попытайтесь настроить приемник на другую станцию. Запомните (а лучше запишите), при каких данных контура это получается. Практический вывод напрашивается сам собой: чем больше длина волны радиостанции, тем больше должны быть индуктивность катушки и емкость конденсатора, входящих в контур приемника для настройки его на эту радиостанцию.

Теперь между антенной и контуром *L1C1* включите конденсатор емкостью 47—51 пФ (на рис. 9 показан штриховыми линиями) и повторите настройку приемника на те же радиостанции. Что изменилось? Для точной настройки на те же радиостанции емкость контурного конденсатора *C1* приходится увеличивать. Улучшилась селективность приемника: значительно ослабли или совсем перестали прослушиваться сигналы близких по частоте радиостанций.

Этот конденсатор ослабил влияние антенны на настройку контура. Если до этого в контур входила вся емкость антенного устройства (150—300 пФ), то теперь она стала меньше (при последовательном соединении конденсаторов общая емкость всегда меньше наименьшей емкости). При этом не только улучшается селективность приемника, но и несколько расширяется (в сторону более коротких волн) диапазон волн, перекрываемый контуром.

Конденсатор, выполняющий такую функцию,— обязательная деталь всех простых приемников, рассчитываемых на работу с внешней наружной или комнатной антенной.

Почему такой конденсатор не был

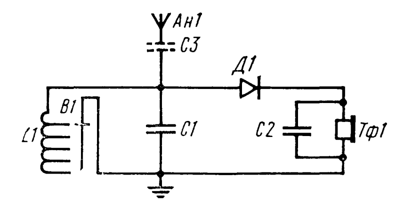


Рис. 9. Схема опытного детекторного приемника

включен при первом опыте с простейшим приемником? Исключительно для наглядного сравнения влияния его на работу приемника.

Для катушки контура второго варианта (рис. 10,*а*) потребуется отрезок круглого стержня из феррита марки 400НН или 600НН (используют для магнитных антенн транзисторных приемников) длиной 50—60 мм и бумажный каркас длиной 35—40 мм. Стержень должен с небольшим трением входить в каркас и удерживаться в нем. На каркас намотайте 90—100 витков провода ПЭВ-1 0,15—0,2. Намотка однослойная, виток к витку. Выводы укрепите на каркасе колечками из поливинилхлоридной трубки подходящего диаметра.

Такая катушка рассчитана на прием радиостанций СВ диапазона. Для радиостанций ДВ диапазона она должна содержать 250—280 витков такого же провода, намотанных четырьмя-пятью секциями по 60—70 витков в каждой секции (рис. 10,*б*). Расстояние между секциями 1,5—2 мм.

Принципиальная схема приемника с колебательным контуром этого варианта изображена на рис. 11. Подключив антенну, заземление и медленно вводя ферритовый стержень внутрь катушки (или перемещая катушку по стержню), поочередно настройте контур на те же

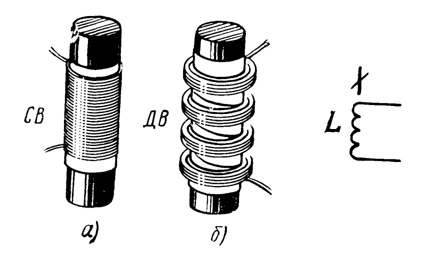


Рис. 10. Контурные катушки с высокочастотными сердечниками

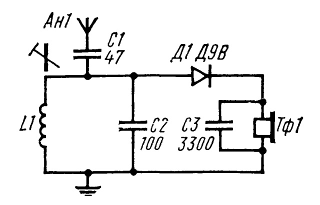


Рис. 11. Схема приемника с колебательным контуром, настраиваемом сердечником катушки

радиостанции, что и в предыдущем опыте. Сделайте на стержне карандашом пометки, пользуясь которыми (как шкалой) можно было бы быстро настроить приемник на ту или иную радиостанцию.

Настройка такого контура осуществляется только ферритовым стержнем, изменяющим индуктивность катушки. Чем глубже стержень введен внутрь катушки, тем больше ее индуктивность, тем, следовательно, на более длинноволновую радиостанцию данного диапазона может быть настроен приемник. Емкость контурного конденсатора *С2* можно увеличить до 220—470 пФ. При этом для настройки контура на те же радиостанции ферритовый стержень меньше придется вводить внутрь катушки. Так делают, когда наибольшая индуктивность катушки оказывается недостаточной для приема наиболее длинноволновой станции соответствующего ей диапазона. Лучше, однако, несколько увеличить общее число витков катушки, так как увеличение емкости контурного конденсатора сужает высокочастотный участок перекрываемого контуром диапазона, что усложняет настройку в этом участке диапазона волн.

Схема колебательного контура третьего варианта показана на рис. 12. Диапазон волн, перекрываемый таким контуром, зависит от индуктивности

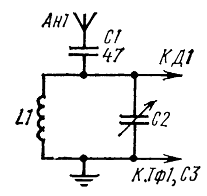


Рис. 12. Схема колебательного контура, настраиваемого конденсатором переменной емкости

катушки *L1*. Плавная же настройка контура на радиостанции этого диапазона осуществляется только конденсатором переменной емкости *С2*. Он может быть с твердым или воздушным диэлектриком любой конструкции с наибольшей емкостью 360—495 пФ. Его роль может также выполнять подстроечный конденсатор КПК-2 с наибольшей емкостью 100—150 пФ, но в этом случае диапазон волн, перекрываемый контуром, несколько уменьшится.

Испытывая такой приемник, включите в его контур ту же катушку, что и в контуры предыдущих вариантов. Приемник с первой катушкой может стать двухдиапазонным, если ввести переключатель на два положения, которым можно будет включать в контур все витки (диапазон ДВ) или только 100 витков (диапазон СВ). Приемник с любой из катушек контура второго варианта (с введенным ферритовым стержнем) будет однодиапазонным. При любой катушке наиболее коротковолновую станцию данного диапазона удастся принять при наименьшей емкости конденсатора *С2*, наиболее длинноволновую — при наибольшей емкости этого конденсатора.

Итак, испытаны в действии три варианта колебательного контура простейшего радиоприемного устройства. Варианты, кажется, разные, а выполняемая ими функция одна: настройка на несущую частоту радиостанции. Что же касается детекторной цепи, то она, как вы в этом убедились, при любом контуре остается неизменной.

В чем сущность физических процессов, происходящих в цепях простейшего приемника? Разобраться в этом вопросе помогут графики, изображенные на рис. 13: график *а* иллюстрирует явления в колебательном контуре, график *б* — работу детектора, график *в* — ток в телефонах. Пока передачи нет, в контуре, настроенном точно на несущую частоту принимаемой станции, под действием радиоволн возникают колебания высокой частоты постоянной амплитуды, а во время передачи — колебания такой же частоты, но изменяющиеся по амплитуде со звуковой частотой.

Работе диода, выполняющего в простейшем приемнике роль детектора, посвящается пятая тема программы кружка. Здесь же лишь скажем, что этот полупроводниковый прибор обладает односторонней электропроводностью: хорошо проводит ток одного направле-

ния и плохо (для простоты считаем, что совсем не проводит) ток другого, т. е. обратного направления. При пропускании через диод переменного тока он как бы «срезает» полупериоды обратного направления. В результате в цепи детектора протекает высокочастотный переменный пульсирующий ток. Низкочастотная составляющая тока (огибающая высокочастотные импульсы) проходит через телефоны и преобразуется ими в звук. Для высокочастотной составляющей телефоны оказывают большое сопротивление, и она проходит через конденсатор, включенный параллельно телефонам.

Чем отличается простой транзисторный (или ламповый) приемник от детекторного? В основном только усилительными каскадами, благодаря чему достигается громкий радиоприем. Что же касается сущности детектирования и преобразования сигнала звуковой частоты в звук, во всех приемниках оно осуществляется принципиально одинаково.

В заключение — один совет. Громкость звучания головных телефонов детекторного приемника во многом зависит от силы сигнала радиостанции, на волну которой он настроен. При значительном удалении места приема от радиостанции телефоны звучат очень тихо, и опыты с различными контурами могут оказаться не столь эффективными, как хотелось бы. В таком случае к выходу детекторного приемника, параллельно телефонам, желательно подключить какой-либо усилитель НЧ, например усилитель магнитофона, транзисторного или лампового приемника. Это позволит кружковцам следить за работой опытного приемника и делать соответствующие выводы.

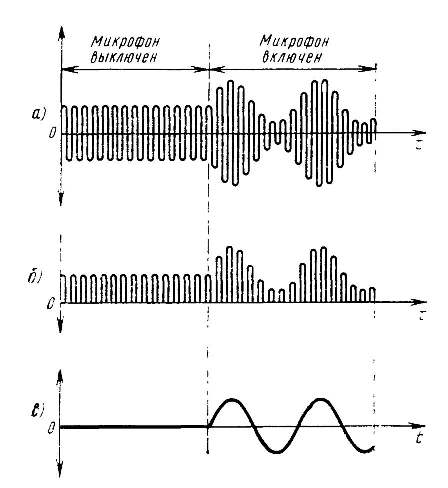


Рис. 13. Графики, иллюстрирующие физические процессы, происходящие в детекторном радиоприемнике

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ПЕРВОЙ НЕОБХОДИМОСТИ

Без измерительных приборов, хотя бы простейших, трудно, а подчас невозможно проверить деталь, электрическую цепь, добиться высококачественной работы того или иного радиотехнического устройства. И если не понять этой истины и игнорировать измерения, то лучше вообще не начинать заниматься конструированием усилителей, приемников — нет смысла попусту тратить время, заведомо портить транзисторы, диоды, другие детали и материалы. Без измерительных приборов даже от простейшего транзисторного усилителя не удастся добиться нормальной работы.

Четвертая тема программы кружка предусматривает знакомство с устройством, работой и конструированием различных по назначению пробников и простых измерительных приборов. Какими могут быть эти приборы первой необходимости?

ПРОБНИКИ

В практике начинающего радиолюбителя, пока еще не имеющего достаточного опыта, может быть такой случай: точно по принципиальной схеме собран детекторный приемник, подключены антенна и заземление, но он, как не крути ручку настройки, не работает. В чем дело? Видимо, неисправным оказался

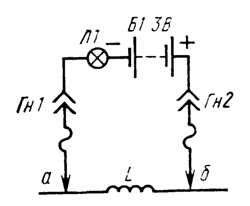


Рис. 14. Электрический пробник

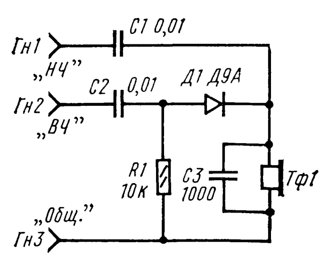


Рис. 15. Схема телефонного пробника

один из элементов приемника или где-то нет надежного электрического контакта между соединенными деталями.

Обнаружить неисправность в таком приемнике можно с помощью электрического пробника (рис. 14), состоящего из лампочки *Л1*, рассчитанной на напряжение 2,5 В и ток накала 68 или 150 мА (МН2,5-0,068 или МН2,5-0,15), батареи *Б1*, составленной из двух элементов 332, и щупов *а* и *б*, подключаемых к гнездам *Гн1* и *Гн2* (или зажимам). Чтобы проверить, например, контурную катушку, надо отключить от нее все другие детали и коснуться ее выводов щупами пробника. Если катушка диапазона СВ и намотана она проводом диаметром 0,15—0,2 мм (сопротивление не превышает 3—4 Ом), то лампочка пробника должна светиться ярко. При проверке катушки диапазона ДВ (сопротивление которой может быть 8—12 Ом) лампочка должна светиться вполнакала. Но если в катушке обрыв, то лампочка, естественно, гореть не будет.

Если щупами пробника коснуться проводников, контакт между которыми надежный (хорошая пайка), то лампочка пробника должна гореть полным накалом. В том же случае, если контакта нет или он ненадежный (место соединения «замазано» припоем без предварительного облуживания проводников), лампочка не должна гореть вообще или будет светиться очень тускло.

Аналогично можно проверить обмотки трансформатора питания, дросселя, конденсаторы. Загорание лампочки при проверке конденсатора укажет на то, что он пробит или недопустимо велик его ток утечки.

Чтобы проверить, исправны ли головные телефоны или нет ли обрыва в соединительном шнуре, надо щупами пробника несколько раз коснуться контактных штырьков. При этом в телефонах должны четко прослушиваться звуки, напоминающие щелчки. Лампочка же загораться не должна — слишком велико сопротивление обмоток электромагнитов. Если, однако, этих звуков нет, значит где-то в соединительном шнуре или в самих телефонах обрыв. Загорание лампочки будет признаком замыкания между проводами соединительного шнура.

Второй пробник — телефонный (рис. 15), им можно проверить высокочастотную (до детектора) и низкочастотную (после детектора) цепи приемника. Он состоит из высокоомных головных телефонов *Тф1*, например ТОН-1, диода *Д1* (серия Д9 или Д2 с любым буквенным индексом), трех конденсаторов, *С1—С3*, резистора *R1* и щупов. Гнездо *Гн3* является общим. Вставляемый в него щуп соединяют с общим («заземленным») проводником радиоконструкции. Второй щуп для проверки высокочастотной цепи вставляют в гнездо *Гн2* «*ВЧ*», для проверки низкочастотной цепи — в гнездо *Гн1* «*НЧ*».

Предположим, надо проверить, работает ли высокочастотный каскад транзисторного приемника. Для этого второй щуп вставляем в гнездо «*ВЧ*» и касаемся им сначала базовой, а затем коллекторной цепей транзистора этого каскада. Если каскад работает, то модулированные колебания высокой частоты, пройдя через разделительный конденсатор *С2*, будут продетектированы диодом *Д1* и преобразованы телефонами *Тф1* в звук. При подключении к базе звук в телефонах должен быть слабее, чем при подключении к коллектору. Если телефоны вообще не звучат, значит, этот (или предшествующий ему) каскад не работает.

Для проверки низкочастотного каскада вторым щупом, вставленным в гнездо «*НЧ*», касаются сначала входной (базовой), а затем выходной (коллекторной) цепей этого каскада. Действующие в них колебания низкой частоты через разделительный конденсатор *С1* поступают к телефонам и преобразуются ими в звук. Если при подключении к входной цепи звук в телефонах есть, а при подключении к выходной цепи звука нет, каскад, следовательно, не работает.

Если телефонный пробник предназначается для проверки только детекторных приемников или только входных цепей транзисторных приемников, то конденсаторы *С1*, *С2* и резистор *R1* можно исключить, гнездо *Гн1* соединить непосредственно с телефонами, а

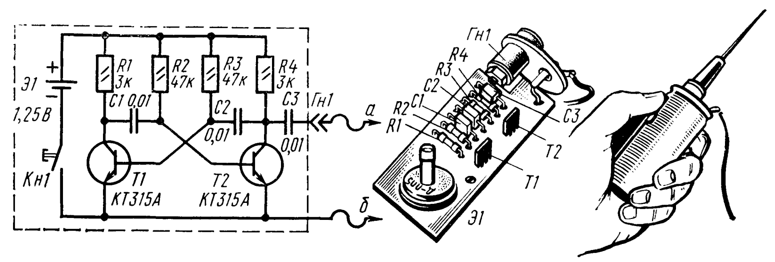


Рис. 16. Пробник-имитатор сигналов

гнездо *Гн2* с диодом. Вторым щупом такого варианта пробника, включенным в гнездо *Гн2* «*ВЧ*», касаются незаземленных точек входного колебательного контура, а при включении в гнездо *Гн1* «*НЧ*» — выходной цепи детектора. Действие пробника остается таким же.

Третий рекомендуемый пробник — имитатор сигналов, которым можно воспользоваться для проверки работоспособности приемно-усилительной радиоаппаратуры.

Принципиальная схема и возможная конструкция такого измерительного пробника показаны на рис. 16. Он представляет собой симметричный мультивибратор, генерирующий электрические колебания, близкие по форме к прямоугольным. Основная частота генерируемых им колебаний (первая гармоника) около 1000 Гц. Сигнал такой частоты обычно подают на вход проверяемого или налаживаемого усилителя НЧ. Но кроме колебаний основной частоты мультивибратор генерирует множество гармоник («мульти» означает «много»), в том числе колебания частот ДВ и СВ диапазонов. Это значит, что такой пробник можно использовать для проверки не только усилителей НЧ, но и высокочастотных трактов радиовещательных приемников.

В мультивибраторе работают транзисторы структуры *n-p-n* серии КТ315 (с любым буквенным индексом). Источником питания служит малогабаритный аккумулятор *Э1* типа Д-0,06. Сигнал мультивибратора, снимаемый с коллектора транзистора *Т2* (можно с коллектора транзистора *Т1*), через разделительный конденсатор *С3* и щуп *а* подают на вход усилительного каскада или всего усилителя. Щуп *б* пробника подключают к общему проводнику радиотехнического устройства.

Пробник заключен в корпус электролитического конденсатора КЭ-2-М (размерами 26×58 мм), выполняющего роль экрана. Транзисторы, резисторы, конденсаторы и аккумулятор смонтированы на плате из листового гетинакса размерами 22×50 мм. В плате под аккумулятор выпилено лобзиком отверстие диаметром 11 мм. Токосъемниками аккумулятора служат пружинящие контакты из листовой бронзы. Плата удерживается на выходном гнезде, изолированном от дюралюминиевого диска, плотно вставляемого в корпус-экран.

Выключателем питания (*Кн1*) служит пластинка из тонкой бронзы, укрепленная на изолированном от корпуса винте с гайкой, который гибким проводником в изоляции соединен с токосъемником отрицательного полюса аккумулятора. При легком нажатии на пластинку она соединяется с корпусом и включает питание, при отпускании — разрывает цепь питания. Роль щупа *а* выполняет отрезок толстого медного провода с заостренным концом. Он укреплен на однополюсной штепсельной вилке, вставляемой в выходное гнездо *Гн1* пробника.

Безошибочно смонтированный пробник налаживания не требует. А чтобы убедиться, работает ли он, к его щупам надо подключить головные телефоны — в них услышите звук средней тональности.

Какие изменения можно внести в пробник? Вместо транзисторов КТ315 можно использовать любые другие маломощные кремниевые или германиевые транзисторы структуры *n-p-n*, например КТ301, МП35. Транзисторы могут быть и структуры *p-n-p*, например ГТ320, МП39, надо только изменить полярность включения аккумулятора. Источником питания может служить элемент 332 или 316. Но тогда надо будет подобрать корпус бо́льших размеров.

О некоторых других пробниках будет сказано применительно к пятой теме программы кружка.

УПРОЩЕННЫЙ АВОМЕТР

Измерительным прибором, наиболее часто используемым радиолюбителями, является авометр — комбинированный прибор, объединяющий в себе многопредельные амперметр и вольтметр постоянного и переменного тока, омметр, а иногда еще и испытатель маломощных транзисторов. Именно комбинированные, а не отдельные измерительные приборы разного назначения целесообразно конструировать в кружке.

Принципиальная схема подобного, но несколько упрощенного (для облегчения повторения) измерительного прибора показана на рис. 17. Он позволяет измерять постоянные токи до 100 мА, постоянные напряжения до 30 В и сопротивления от 50 Ом до 50 кОм. Переключение видов и пределов измерения осуществляется включением одного из щупов в гнезда *Гн1—Гн10*. Второй щуп, вставленный в гнездо *Гн11* «Общ.», общий для всех видов и пределов измерения.

Омметр однопредельный. В него входят: микроамперметр *ИП1*, источник питания *Э1* напряжением 1,5 В (элемент 316 или 332) и добавочные резисторы *R1* «Уст. 0» и *R2*. Перед измерением щупы прибора соединяют, и переменным резистором *R1* стрелку микроамперметра устанавливают на конечную отметку шкалы, являющуюся нулем омметра. Затем щупами касаются выводов резистора, обмотки трансформатора или проводников участка цепи, сопротивление которых надо измерить, и по шкале омметра определяют результат измерения.

Четырехпредельный вольтметр образуют тот же микроамперметр *ИП1* и добавочные резисторы *R3—R6*. С резистором *R3* (при включении второго щупа в гнездо *Гн2*) отклонение стрелки микроамперметра на всю шкалу соответствует напряжению 1 В, с резистором *R4*—3 В, с резистором *R5*—10 В, с резистором *R6*—30 В.

Миллиамперметр пятипредельный: 0—1, 0—3, 0—10, 0—30 и 0—100 мА. Его образует универсальный шунт $R_ш$, составленный из резисторов *R7—R11*, к которому кнопкой *Кн1* подключают микроамперметр *ИП1*. Так сделано для того, чтобы при измерении микроамперметр подключался к шунту, через который течет бóльшая часть измеряемого тока, а не наоборот.

Конструкция рекомендуемого комбинированного измерительного прибора показана на рис. 18. Микроамперметр типа М49 на ток полного отклонения стрелки 300 мкА с сопротивлением рамки 300 Ом. Переменный резистор *R1* (СПО-0,5), кнопка *Кн1* (КМ1-1) и все гнезда прибора укреплены непосредственно на лицевой панели, выпиленной из листового текстолита толщиной 2 мм. Роль гнезд *Гн1—Гн11* выполняет гнездовая часть десятиконтактного разъема. Низкоомные резисторы *R9—R11* типа МОН (или проволочные), остальные МЛТ на мощность рассеяния 0,5 или 0,25 Вт. Необходимые сопротивления резисторов подбирают при налаживании путем их замены, параллельным или последовательным соединением нескольких резисторов. В описываемом приборе каждый из резисторов *R3* и *R6*, например, составлен из двух последовательно соединенных резисторов, каждый из резисторов *R5* и *R11* также из двух резисторов, но соединенных параллельно.

Калибровка вольтметра и миллиамперметра заключается в подгонке сопротивлений добавочных резисторов и универсального шунта под максимальные напряжения и токи соответствующих пределов измерения, а омметра — к разметке шкалы по образцовым резисторам.

Калибровку вольтметра производите по схеме, показанной на рис. 19,*а*. Параллельно батарее *Б1* напряжением 13,5 В (три батареи 3336Л, соединенные последовательно) подключите переменный резистор $R_р$ сопротивлением 2—3 кОм, который будет выполнять роль регулировочного, а между его движком и нижним (по схеме) выводом,— параллельно соединенные самодельный калибруемый ($V_к$) и образцовый ($V_о$) вольтметры. Образцовым может быть вольтметр заводского авометра. Предварительно движок регулировочного резистора поставьте в крайнее нижнее (по схеме) положение, а калибруемый вольтметр включите на первый предел измерений — до 1 В. Постепенно увеличивая напряжение, подаваемое от батареи на вольтметры, установите на них по образцовому вольтметру напряжение, точно равное 1 В. Если при этом стрелка калибруемого вольтметра не доходит до конечной отметки шкалы, это укажет на то, что сопротивление добавочного резистора *R3* оказалось больше, чем надо, а если уходит за пределы шкалы, то — меньше. Подбирая этот резистор, добейтесь, чтобы при напряжении 1 В стрелка вольтметра устанавливалась точно против конечной отметки шкалы.

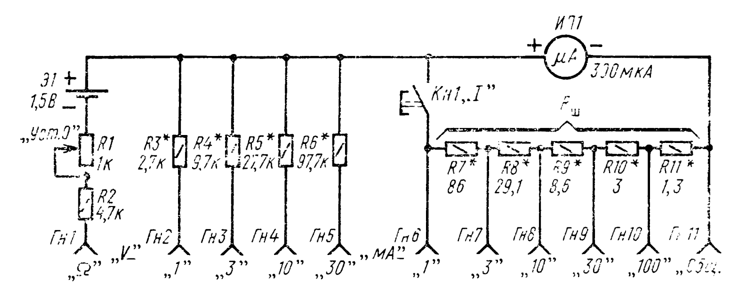


Рис. 17. Схема упрощенного авометра

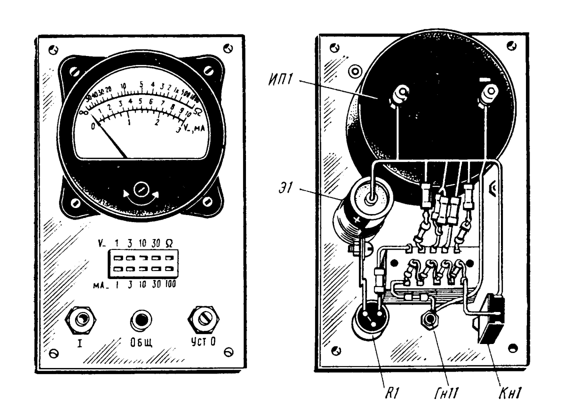


Рис 18. Конструкция упрощенного авометра

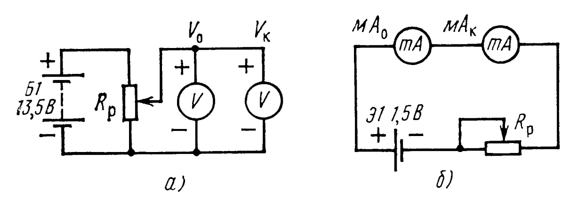


Рис. 19. Схемы калибровки вольтметра (*а*) и миллиамперметра (*б*)

Точно так же, но при напряжениях 3 и 10 В, фиксируемых образцовым вольтметром, подгоняйте добавочные резисторы *R4* и *R5* следующих двух пределов измерений. Для калибровки четвертого предела измерений не обязательно подавать на вольтметры напряжение 30 В. Можно подать 10 В и подбором резистора *R6* установить стрелку калибруемого вольтметра на отметку, соответствующую первой третьей части шкалы. При этом отклонение его стрелки на всю шкалу будет соответствовать напряжению 30 В.

Для калибровки миллиамперметра потребуются: миллиамперметр на ток до 100 мА, свежий элемент 343 или 373 и два переменных резистора — пленочный (СП, СПО) сопротивлением 5—10 кОм и проволочный сопротивлением 50—100 Ом. Первый из этих регулировочных резисторов будете использовать при подгонке резисторов *R7—R9*, второй — при подгонке резисторов *R10* и *R11* универсального шунта.

Первым подгоняйте резистор *R7* шунта. Для этого соедините последовательно (рис. 19,*б*): образцовый миллиамперметр $мА_о$, калибруемый $мА_к$, включенный на первый предел измерений (до 1 мА), элемент *Э1* и переменный резистор $R_р$. Нажмите кнопку *Кн1* «*I*» (см. рис. 17) авометра и, плавно уменьшая вводимое сопротивление регулировочного резистора $R_р$, установите в цепи ток, равный 1 мА. Сопротивление резистора *R7* должно быть таким, чтобы при таком токе в цепи стрелка калибруемого миллиамперметра была против конечной отметки шкалы.

Аналогично подгоняйте: резистор *R8* — на пределе 3 мА, резистор *R9* — на пределе 10 мА, а затем, заменив пленочный регулировочный резистор проволочным, резистор *R10* — на пределе 30 мА и, наконец, резистор *R11* — на пределе 100 мА. Подбирая сопротивление очередного резистора шунта, уже подогнанные не трогайте — можно сбить калибровку прибора на первых пределах измерения.

Разметить шкалу омметра проще всего с помощью постоянных резисторов с допуском от номинала ±5%. Делайте это так. Сначала замкните щупы и регулировочным резистором *R1* «Уст. 0» установите стрелку микроамперметра на конечную отметку шкалы, соответствующую нулю омметра. Затем разомкните щупы и подключайте к ним резисторы с номинальными сопротивлениями: 50, 100, 200, 300, 400, 500 Ом, 1 кОм и т. д. примерно до 50—60 кОм, замечая всякий раз на шкале точку, до которой отклоняется стрелка прибора. И в этом случае резисторы нужных сопротивлений составляйте из резисторов других номиналов. Например, резистор сопротивлением 40 Ом можно составить из двух резисторов по 20 Ом, резистор на 50 кОм из резисторов сопротивлением 20 и 30 кОм. По точкам отклонений стрелки, соответствующим разным сопротивлениям образцовых резисторов, размечайте (градуируйте) шкалу омметра.

Шкалы самодельного комбинированного измерительного прибора должны иметь вид, показанный на рис. 20. Верхняя из них — шкала омметра, нижняя — общая шкала вольтметра и миллиамперметра. Их надо возможно точнее начертить на плотной лакированной бумаге по форме шкалы микроамперметра. Затем осторожно извлечь магнитоэлектрическую систему прибора из корпуса и наклеить новую шкалу, точно совместив дугу шкалы омметра с прежней шкалой. Чтобы не разбирать микроамперметр, шкалы самодельного прибора можно начертить на плотной бумаге в соответствующем масштабе прямолинейными и наклеить ее на лицевую или переднюю боковую стенку ящика прибора.

В описанном комбинированном приборе использован микроамперметр на ток $I_и$=300 мкА с сопротивлением рамки $R_и$, равным 300 Ом. При таких параметрах микроамперметра относительное входное сопротивление вольтметра не превышает 3,5 кОм/В. Увеличить относительное входное сопротивление и тем самым уменьшить влияние вольтметра на режим в измеряемой цепи можно только использованием более чувствительного микроамперметра. Так, например, с микроамперметром на ток $I_и$=200 мкА относительное входное сопротивление вольтметра будет 5, а с микроамперметром на ток $I_и$

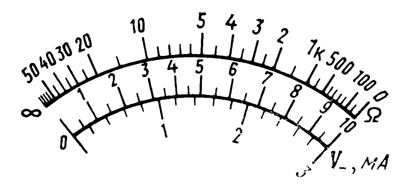


Рис. 20. Образец шкалы упрощенного авометра

100 мкА—10 кОм/В. С такими приборами расширится и предел измерения омметром. Но при замене микроамперметра более чувствительным надо с учетом его параметров $I_и$ и $R_и$ пересчитать, пользуясь соответствующей литературой, сопротивления всех резисторов авометра.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ И ТРАНЗИСТОРЫ

Опыты и эксперименты в сочетании с измерениями лежат в основе всей практической деятельности радиолюбителя. Они позволяют осмыслить и закрепить в памяти сущность принципа действия активных элементов радиотехнического устройства.

Активными элементами называют электронные и полупроводниковые приборы, с помощью которых осуществляются усиление, генерирование, преобразование электрических сигналов различных частот и амплитуд. К числу таких элементов, которые наиболее широко используют радиолюбители в конструируемых усилителях и приемниках, относятся прежде всего полупроводниковые диоды и транзисторы. Активным элементам посвящается пятая тема программы кружка.

Физическое состояние диода или транзистора принято характеризовать терминами: «открыт», «закрыт». Под термином «открыт» понимают такое состояние прибора, при котором путь току через него открыт, т. е. он пропускает через себя ток. При закрытом состоянии прибор пропускает через себя лишь незначительный по величине неуправляемый ток, которым обычно пренебрегают.

Диоды и транзисторы открываются и закрываются при подаче на их электроды напряжений соответствующих полярностей. Именно такой принцип и используется для проведения познавательных опытов с диодами и транзисторами, для определения их основных параметров.

ДИОД — ОДНОСТОРОННИЙ ПРОВОДНИК ТОКА

Для иллюстрации односторонней проводимости тока диодом можно воспользоваться электрическим пробником. Коснитесь щупами пробника выводов плоскостного диода (рис. 21), например, серии Д226 или Д7 с любым буквенным индексом. При одной полярности подключения пробника к диоду лампочка пробника должна гореть, при другой — нет.

В этом опыте пробник выполняет одновременно роль источника постоянного напряжения и индикатора состояния диода. Когда к аноду диода подключен тот щуп, который соединен с положительным полюсом батареи пробника, а к катоду — щуп, соединенный с отрицательным полюсом, т. е. так, как на рис. 21, на диод подается прямое напряжение, которое открывает его, и в измерительной цепи течет прямой ток диода $I_{пр}$, накаливающий нить лампочки. При другой (обратной) полярности напряжения диод закрывается. В это время через его *p-n*-переход течет столь малый обратный ток, на который лампочка даже не реагирует.

А если лампочка пробника горит и при обратном напряжении на диоде? Так может быть только в том случае, если *p-n*-переход диода пробит. Диод с пробитым *p-n*-переходом становится линейным проводником и для работы в радиоаппаратуре непригоден.

С помощью электрического пробника можно проверить диод на работоспособность и определить выводы его электродов. Что же касается оценки качества диода, то для этого надо измерить его прямое и обратное сопротивления, например, омметром, в том числе омметром самодельного авометра (по схеме на рис. 17).

Для измерения прямого сопротивления диода общий щуп авометра, являющийся для омметра плюсовым, надо соединить с выводом анода диода, а другой щуп, минусовый,— с выводом катода. Для измерения обратного сопротивления щупы, подключаемые к диоду, меняют местами. Измеренное таким способом прямое сопротивление качественного плоскостного диода должно быть не более 50—60 Ом (у

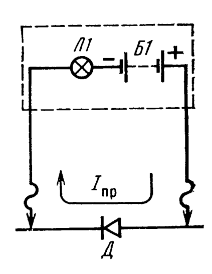


Рис. 21. Опыт с диодом

германиевых диодов меньше, у кремниевых — больше), а обратное сопротивление — десятки и сотни тысяч килоом. Чем меньше прямое и больше обратное сопротивления диода, тем выше его качество, тем лучше его выпрямительные или детектирующие свойства.

ТРАНЗИСТОР И ЕГО ПРОВЕРКА

Проверка работоспособности и измерение основных параметров биполярного (обычного) или полевого транзистора до монтажа его на плате конструируемого устройства должны стать правилом в творчестве радиолюбителя. В тех же случаях, когда используются уже где-то работавшие ранее транзисторы (а на практике так часто бывает), предварительная проверка должна стать обязательным требованием, поскольку вмонтированный неисправный транзистор может стать причиной многих нежелательных явлений.

Судить о работоспособности, качестве и усилительных свойствах биполярного транзистора можно по обратному току его коллекторного *р-п*-перехода $I_{КБО}$ и статическому коэффициенту передачи тока $h_{21Э}$ (читается так: аш-два-один-э). Большая буква «Э» в обозначении коэффициента передачи тока говорит о том, что при измерении этого параметра транзистор включают по схеме общего эмиттера (ОЭ).

Для измерения этих двух основных параметров маломощных биполярных транзисторов можно рекомендовать приставку к самодельному или заводскому авометру (или миллиамперметру на ток полного отклонения стрелки, равный 1 мА). Схема приставки показана на рис. 22,*а*. Проверяемый транзистор *Т* подключают выводами электродов к соответствующим им зажимам «*Э*», «*Б*» и «*К*» приставки, соединенной (через зажимы *Кл1*, *Кл2* и проводники с однополюсными вилками на концах) с миллиамперметром авометра, включенным на предел измерения 1 мА. Предварительно переключатель *В2* устанавливают в положение, соответствующее структуре проверяемого транзистора. При проверке транзистора структуры *п-р-п* с гнездом «Общ.» измерительного прибора соединяют зажим *Кл1* приставки (как на схеме рис. 22,*а*), а при проверке транзистора структуры *р-п-р* — зажим *Кл2*.

Сначала, установив переключатель *В1* в положение „$I_{КБО}$“, измеряют обратный ток коллекторного перехода, а затем, переведя переключатель *В1* в положение „$h_{21Э}$“, — статический коэффициент передачи тока. У низкочастотных германиевых транзисторов хорошего качества ток $I_{КБО}$, фиксируемый миллиамперметром, не должен превышать 20—30 мкА (чаще он значительно меньше), а у высокочастотных германиевых и кремниевых — нескольких микроампер (стрелка прибора почти не отклоняется). Отклонение стрелки прибора на всю шкалу укажет на пробой коллекторного перехода.

Статический коэффициент передачи тока измеряют при фиксированном токе базы, ограничиваемом резистором *R1* до 10 мкА. При этом транзистор открывается и в его коллекторной це-

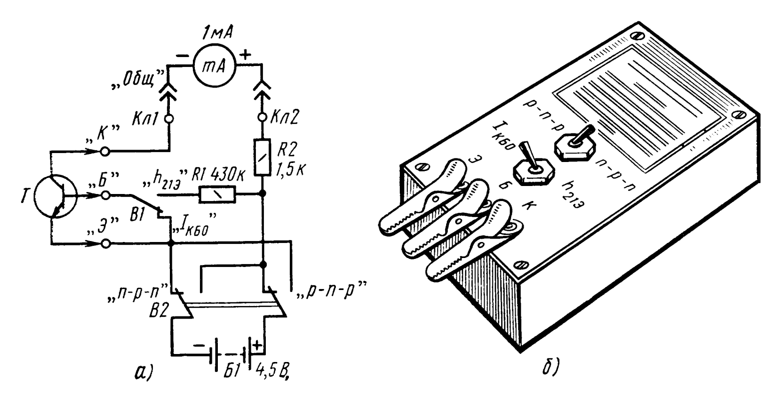


Рис. 22. Приставка для проверки маломощных биполярных транзисторов: *а* — схема; *б* — конструкция

ли (в том числе через миллиамперметр) течет ток, пропорциональный коэффициенту $h_{21Э}$. Если, например, прибор фиксирует ток 0,5 мА (500 мкА), то коэффициент $h_{21Э}$ проверяемого транзистора будет 50 (500 : 100 = 50). Ток 1 мА (отклонение стрелки прибора до конечной отметки шкалы), следовательно, соответствует коэффициенту $h_{21Э}$, равному 100. Если стрелка прибора зашкаливает, миллиамперметр авометра надо переключить на следующий предел измерения тока — 3 мА. В этом случае вся шкала прибора будет соответствовать коэффициенту $h_{21Э}$, равному 300, а каждая треть ее — 100.

Резистор *R2*, ограничивающий ток в измерительной цепи до 3 мА, нужен для предупреждения порчи измерительного прибора из-за возможного пробоя проверяемого транзистора.

Возможный вариант конструкции приставки показан на рис. 22,*б*. Для лицевой панели (размерами 130×75 мм) желательно использовать листовой гетинакс или текстолит толщиной 1,5—2 мм. Зажимы «*Э*», «*Б*» и «*К*» — для подключения выводов транзистора типа «крокодил». Переключатель вида измерений *В1* — тумблер ТП2-1, переключатель структуры транзистора *В2*— ТП1-2. Батарею питания *Б1* 3336Л (или три элемента 332, соединенные последовательно) крепите на панели снизу, там же монтируйте и ограничительные резисторы *R1* и *R2*. Зажимы (или гнезда) для соединения приставки с миллиамперметром размещайте в любом удобном месте, например на задней боковой стенке ящика. Сверху на панель наклейте краткую инструкцию по работе с приставкой-измерителем основных параметров маломощных транзисторов.

Для проверки работоспособности и сравнительной оценки усилительных свойств транзисторов средней и большой мощности можно воспользоваться пробником со световой индикацией, схема которого показана на рис. 23. В нем роль индикатора выполняет лампочка *Л1* на напряжение 3,5 В и ток накала 0,26 А, находящаяся в коллекторной цепи проверяемого транзистора *Т*. Переменным резистором *R2*, включенным реостатом, изменяют ток базовой цепи и тем самым больше или меньше открывают транзистор. Резистор *R1* ограничивает ток в цепи до 10 мА. Полярность включения батареи питания *Б1*, соответствующую структу-

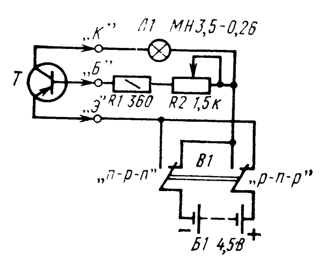


Рис. 23. Схема прибора для проверки транзисторов средней и большой мощности

ре проверяемого транзистора, устанавливают переключателем *В1*.

Если проверяемый транзистор исправный, то по мере увеличения тока базы при перемещении движка резистора *R2* справа налево (по схеме) транзистор открывается все больше и лампочка светится ярче. Это говорит о том, что проверяемый транзистор работоспособен. Чем больше его коэффициент передачи тока, тем при большем сопротивлении введенной части резистора *R2* возникает заметный на глаз накал нити лампочки. И если этот резистор будет иметь равномерную шкалу хотя бы из десятка больших делений, то по ней можно оценивать примерный коэффициент $h_{21Э}$ проверяемого транзистора. Если же лампочка не горит даже тогда, когда движок резистора находится в крайнем левом (по схеме) положении, это укажет на неисправность транзистора, например, из-за обрыва в цепи одного из его электродов. Яркое свечение лампочки при любом положении движка резистора *R2* будет свидетельствовать о пробое участка эмиттер — коллектор транзистора.

Батарея питания, зажимы и переключатель структуры проверяемого

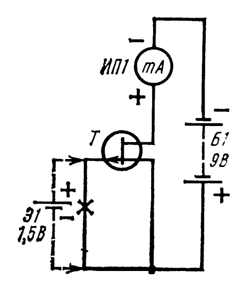


Рис. 24. Схема проверки полевого транзистора

транзистора в этом пробнике такие же, как в приставке для проверки маломощных транзисторов. Переменный резистор *R2* типа СП или СПО. Ориентировочные отметки на шкале переменного резистора можно сделать по образцовым транзисторам с известными параметрами $h_{21Э}$.

Из многочисленных параметров полевых транзисторов практическое значение для начинающих радиолюбителей имеют два: $I_{С0}$ — ток стока при нулевом напряжении на затворе и *S* — крутизна характеристики тока стока, выраженная в миллиамперах на вольт напряжения на затворе (мА/В). Упрощенно измерить эти параметры можно по схеме, показанной на рис. 24. Для этого потребуются: батарея *Б1* напряжением 9 В («Крона» или составленная из двух батарей 3336Л), свежий элемент *Э1* (332 или 316) и миллиамперметр *ИП1*, например, комбинированного измерительного прибора.

Сначала вывод затвора соедините непосредственно с выводом истока (на рис. 24 показано сплошной линией). При этом миллиамперметр зафиксирует первый параметр транзистора — ток стока $I_{С0}$. Запишите его значение. Затем удалите перемычку, замыкающую затвор с истоком, и подключите к ним элемент *Э1* положительным полюсом к затвору. Миллиамперметр покажет меньший ток в стоковой цепи. Если теперь разность двух показаний миллиамперметра разделить на напряжение элемента, получившийся результат будет соответствовать численному значению параметра *S* проверяемого полевого транзистора. Если, например, при первом измерении ток стока был равен 5,3 мА, а при втором 1,8 мА, параметр *S* данного транзистора будет

$$S = (5{,}3 - 1{,}8)/1{,}5 \approx 2{,}3 \text{ мА/В}.$$

При измерении параметров полевого транзистора с *p-n*-переходом и каналом

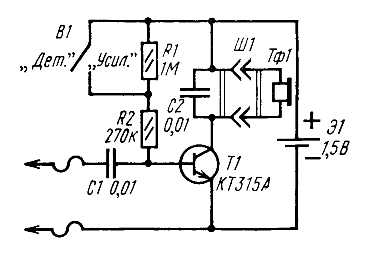


Рис. 25. Схема транзисторного пробника

типа *n* полярность включения миллиамперметра *ИП1*, батареи *Б1* и элемента *Э1* должна быть обратной.

ТРАНЗИСТОР-ПРОБНИК

Транзистор может работать не только в режиме усиления, но и в режиме детектирования. Чтобы биполярный транзистор, работающий в режиме усиления, переключить на режим детектирования, надо лишь несколько уменьшить начальное напряжение смещения на его базе. Это свойство транзистора и используется в пробнике, предназначенном для «прослушивания» на головные телефоны низкочастотных и высокочастотных цепей радиоприемника.

Схема такого прибора показана на рис. 25. В нем работает транзистор *Т1* серии КТ315 с любым буквенным индексом. В его коллекторную цепь через разъем *Ш1* включают высокоомные головные телефоны *Тф1*, например ТОН-1. Источником питания служит один элемент *Э1* (332 или 316). Чтобы транзистор работал в режиме усиления, надо контакты переключателя *В1* замкнуть. При этом начальное напряжение смещения, открывающее транзистор, подается на базу только через резистор *R2*. Колебания низкой частоты, поступающие на вход пробника через разделительный конденсатор *С1*, усиливаются транзистором и телефонами преобразуются в звук.

Когда же контакты переключателя разомкнуты, смещение на базу транзистора подается через два соединенных последовательно резистора, *R1* и *R2*, общее сопротивление которых почти в 5 раз больше сопротивления резистора *R2*. При этом транзистор почти закрывается, и его эмиттерный *р-n*-переход начинает работать как диод. Высокочастотный сигнал, поступивший на вход пробника, детектируется этим переходом, а выделяющиеся при этом колебания низкой частоты усиливаются и преобразуются телефонами в звук.

Пользуются таким пробником так же, как телефонным, описанным ранее.

Вполне понятно, что транзистор пробника может быть германиевым структуры *р-n-р*, например П401—П403, П416, ГТ308. Нужно только изменить полярность включения элемента и так подобрать резистор *R2*, чтобы при замкнутых контактах переключателя *В1* ток коллекторной цепи транзистора составлял 0,6—0,8 мА. Что же касается самой конструкции пробника, то она может быть произвольной. Выключа-

тель питания необязателен — при отключенных телефонах обратный ток коллекторного перехода транзистора не превышает нескольких микроампер, что практически не сказывается на расходе энергии элемента.

УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Усилитель низкой, или звуковой, частоты — неотъемлемая часть любого радиоприемника, телевизора, магнитофона, радиотрансляционного узла, узла связи, многих электронных автоматов, контрольно-измерительных приборов. Легче назвать те радиотехнические устройства, в которых нет усилителей НЧ, чем перечислить все многообразие их применения.

ПРОСТЕЙШИЙ УСИЛИТЕЛЬ НЧ

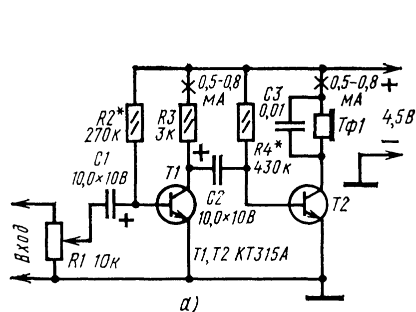
Практическое знакомство с принципом работы, устройством и налаживанием усилителей НЧ лучше всего начать с двухкаскадного усилителя к детекторному приемнику, например усилителя, собранного по схеме, показанной на рис. 26,*а*. В усилителе работают кремниевые транзисторы структуры *n-p-n*. Предполагается, что проводниками «Вход», идущими от переменного резистора *R1*, усилитель подключается к выходу детекторного приемника вместо головных телефонов, которые теперь включены в коллекторную цепь транзистора *T2* усилителя. При этом резистор *R1* выполняет одновременно роль нагрузочного элемента детекторной цепи приемника и входного элемента усилителя. Создающиеся на резисторе колебания низкой частоты через движок и конденсатор *C1* поступают на базу транзистора *T1* первого каскада и усиливаются им. Чем выше (по схеме) находится движок резистора *R1*, тем большее напряжение сигнала поступает на базу транзистора первого каскада, тем большее напряжение усиленного сигнала выделяется на нагрузочном резисторе *R3* этого каскада. Переменный резистор таким образом выполняет еще и роль регулятора усиления или, как чаще говорят, регулятора громкости.

С резистора *R3* сигнал через конденсатор *C2* поступает на базу транзистора *T2* второго каскада, дополнительно усиливается и телефонами *Тф1*, являющимися его нагрузкой, преобразуются в звуковые колебания.

Резисторы *R2* и *R4* — элементы, через которые на базы транзисторов подаются положительные (относительно эмиттеров) напряжения смещения, открывающие транзисторы. Их сопротивления, зависящие от коэффициента передачи тока транзисторов, подбирают во время налаживания усилителя. Эти резисторы можно также включить между базами и коллекторами соответствующих им транзисторов. При этом между коллекторными и базовыми цепями возникнут местные отрицательные обратные связи (ООС), несколько снижающие усиление, но улучшающие стабильность работы усилителя в различных температурных условиях.

Оптимальный режим работы транзистора первого каскада устанавливают подбором резистора *R2*, транзистора второго каскада — подбором резистора *R4*.

Схема аналогичного усилителя, но на германиевых транзисторах структуры *p-n-p*, изображена на рис. 26, *б*. Основ-



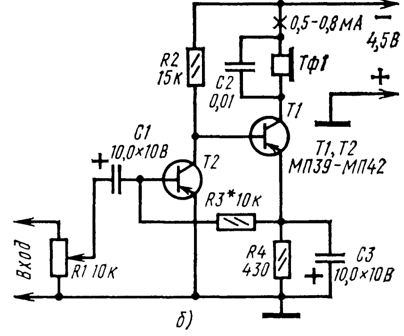


Рис. 26. Схемы двухкаскадных усилителей

ное отличие его от усилителя первого варианта заключается в том, что в нем связь между транзисторами непосредственная (гальваническая) и напряжение смещения на базу транзистора первого каскада подается (через резистор *R3*) с эмиттерного резистора транзистора второго каскада. При таком построении усилителя между его каскадами возникает ООС по постоянному току, стабилизирующая режим работы его транзисторов. Конденсатор *С3*, шунтирующий резистор *R4*, ослабляет обратную связь по переменному току, снижающую усиление транзистора второго каскада. Режим работы обоих его транзисторов устанавливают подбором одного резистора *R3*.

В усилителе первого варианта можно использовать транзисторы структуры *p-n-p*, а в усилителе второго варианта — транзисторы структуры *n-p-n*. При такой замене транзисторов надо только изменить полярность включения источников питания и электролитических конденсаторов, принцип же работы усилителей остается прежним.

Основные правила включения полярных электролитических конденсаторов, выполняющих в усилителях роль элементов межкаскадных связей, сводятся к следующему. В усилителе по схеме на рис. 26, *а* работают транзисторы структуры *n-p-n*. На их коллекторах относительно эмиттеров действуют напряжения, равные примерно половине напряжения источника питания, а на базах — доли вольта (для кремниевых транзисторов 0,6—0,8 В, для германиевых 0,1—0,2 В). Следовательно, на коллекторах транзисторов относительно общего «заземленного» проводника цепи питания, в данном случае минусового, действует более высокое положительное напряжение, чем на базах. Поэтому электролитический конденсатор выводом положительной обкладки должен подключаться к той цепи, где напряжение более положительное, а выводом отрицательной обкладки — где оно менее положительно. Если транзисторы структуры *p-n-p*, например МП39—МП42, на коллекторы и базы которых относительно эмиттеров подают отрицательные напряжения, электролитический конденсатор положительной обкладкой подключают к базе, а отрицательной — к коллектору транзистора предыдущего каскада. Несоблюдение правильной полярности включения электролитического конденсатора может стать причиной выхода его из строя и отказа работы усилителя.

Усилители, схемы которых показаны на рис. 26, рассматривайте как учебные. Поэтому монтировать их, а точнее макетировать, лучше на картонных панелях, пропуская выводы деталей через проколы в картоне и, не укорачивая, соединяя снизу. Переменные резисторы могут быть типов СП или СПО, постоянные — МЛТ, электролитические конденсаторы — К50-3 или К50-6. Головные телефоны высокоомные, источник питания — батарея 3336Л.

Налаживание усилителя первого варианта заключается в подборе резисторов *R2* и *R4*. Подбирая их, надо добиться, чтобы токи в коллекторных цепях транзисторов, контролируемые миллиамперметром, составляли 0,5—0,8 мА.

После этого подайте на вход усилителя низкочастотный сигнал от детекторного приемника, предварительно настроенного на какую-либо радиовещательную станцию,— в телефонах громко будет слышна передаваемая программа. В коллекторную цепь выходного транзистора вместо телефонов можно включить абонентский громкоговоритель, используя его согласующий трансформатор в качестве выходного. При этом ток коллекторной цепи этого транзистора надо установить равным 5—6 мА. Если сигнал радиостанции достаточно сильный, звуковоспроизведение ее программ может быть громким.

Любой из этих усилителей можно использовать для демонстрации односторонней проводной линии связи. Для этого ко входу усилителя надо подключить микрофон, роль которого может выполнять телефонный капсюль ДЭМ-4м или низкоомный телефон, абонентский громкоговоритель. Все, что будет сказано перед микрофоном, будет услышано на другом конце линии связи.

Опыт монтажа и налаживания таких усилителей позволит уверенно перейти к конструированию усилителя НЧ, предназначенного для приемника прямого усиления. Конструированию усилителей НЧ посвящена седьмая тема программы кружка.

УСИЛИТЕЛЬ НЧ ПРИЕМНИКА

Принципиальная схема возможного варианта усилителя НЧ приемника показана на рис. 27. От подобных усилителей НЧ относительно простых радиовещательных приемников, в том числе и супергетеродинов, рекомендуемый усилитель отличается в основном лишь тем, что все транзисторы, используемые в нем, кремниевые. Транзисторы *Т1—Т3*

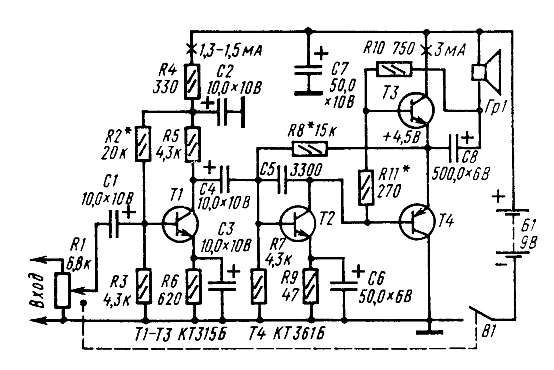


Рис. 27. Схема усилителя НЧ радиовещательного приемника

структуры *n-p-n*, *Т4* — *p-n-p*. Выходная мощность усилителя около 120 мВт, чувствительность не хуже 15 мВ, полоса воспроизводимых звуковых частот 125—20 000 Гц. Источник питания — батарея «Крона», аккумуляторная батарея 7Д-0,1, или две, соединенные последовательно батареи 3336Л. Потребляемый ток в режиме покоя (молчания) около 7 мА, при наибольшей громкости до 50 мА.

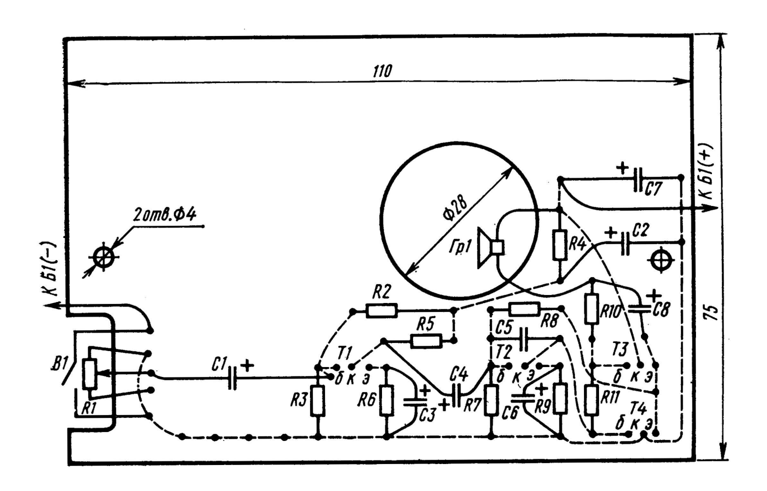
Усилитель трехкаскадный, бестрансформаторный. Его входная часть и первые два каскада аналогичны двухкаскадному усилителю по схеме на рис. 26, *а*. Только здесь напряжение смещения на базы транзисторов этих каскадов подаются с соответствующих им делителей напряжения *R2*, *R3* и *R7*, *R8*. Кроме того, в эмиттерные цепи включены резисторы *R6* и *R9*, термостабилизирующие работу транзисторов. Электролитические конденсаторы *С3* и *С6*, шунтирующие резисторы, устраняют местные ООС по переменному току.

В третьем, выходном, каскаде работают идентичные по электрическим параметрам, но разные по структуре транзисторы КТ315Б (*n-p-n*) и КТ316Б (*p-n-p*), включенные по схеме ОЭ (эмиттерными повторителями). На их базы низкочастотный сигнал подается непосредственно с коллектора транзистора *Т2* предыдущего каскада. Транзистор *Т3* усиливает положительные полуволны сигнала, а транзистор *Т4* — отрицательные. Мощные колебания НЧ через конденсатор *С8* поступают к динамической головке *Гр1* и преобразуются ею в звук.

Через резистор *R10*, являющийся основной нагрузкой транзистора *Т2*, в базовую цепь транзисторов выходного каскада подается так называемая вольтдобавка — небольшое напряжение НЧ положительной обратной связи, выравнивающее условия работы транзисторов. Падение напряжения на резисторе *R11* в этой цепи создает на базах транзисторов этого каскада относительно их эмиттеров начальные напряжения смещения (на базе *Т3* — положительное, на базе *Т4* — отрицательное), устраняющие искажения типа «ступенька», особенно заметные на слух при слабых сигналах.

Резистор *R8*, входящий в делитель напряжения *R7*, *R8*, создает между эмиттерами транзисторов *Т3* и *Т4* и базой транзистора *Т2* цепь ООС по постоянному току, стабилизирующую режим работы транзисторов этих каскадов. Через конденсатор *С5* из коллекторной в базовую цепь транзистора *Т2* подается переменное напряжение ООС, улучшающее частотную характеристику усилителя. Изменяя его емкость, можно подбирать желательный тембр звука. Резистор *R4* и конденсатор *С2* образуют развязывающий фильтр, предотвращающий возможное возбуждение усилителя из-за паразитных связей между выходным и входным каскадами через цепи питания. Конденсатор *С7* ослабляет паразитные связи между каскадами через общий источник питания, возрастающие по мере разрядки батареи *Б1*, когда ее внутреннее сопротивление переменному току увеличивается.

Поскольку усилитель предназначается для приемника, то и монтировать его следует на плате, на которой позже можно было бы разместить детали высокочастотного тракта приемника. Примером может служить конструкция, показанная на рис. 28. Монтажная плата, динамическая головка и батарея «Крона», питающая усилитель, размещены в корпусе, взятом из набора деталей, предназначенных для сборки приемника



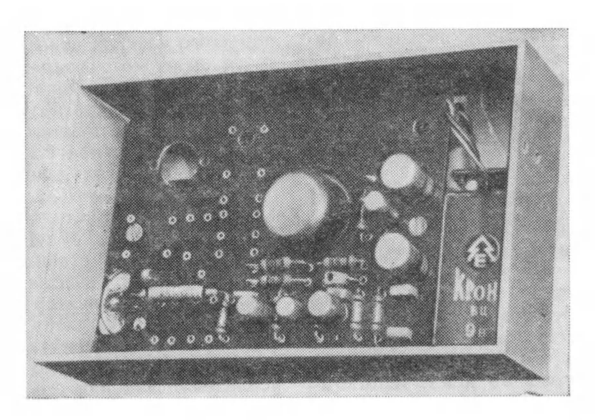


Рис. 28. Усилитель НЧ будущего радиоприемника

«Сверчок». Задняя стенка имеет форму коробки, вдвигаемой в корпус и фиксируемой в нем проволочной ручкой. Объем ее позволяет использовать для питания батареи 3336Л. Динамическая головка 0,25ГД-10 (можно 0,1ГД-6; 0,1ГД-12; 0,25ГД-2).

Схема размещения и соединения деталей на плате также показана на рис. 28. Опорными монтажными точками резисторов и неэлектролитических конденсаторов служат пустотелые заклепки (пистоны), развальцованные в отверстиях, просверленных в плате. Штриховыми линиями обозначены соединительные проводники, находящиеся снизу платы. Два отверстия диаметром 4 мм служат для винтов крепления платы в корпусе.

Статический коэффициент передачи тока всех транзисторов может составлять 80—100. Переменный резистор *R1* с выключателем питания *B1* — типа СПЗ-3б. Постоянные резисторы МЛТ-0,5 (можно МЛТ-0,25; МЛТ-0,125), электролитические конденсаторы К50-6 и К50-12 (*C1*). Отклонение от указанных на схеме номиналов конденсаторов и резисторов, кроме подбираемых *R2*, *R8* и *R11*, допустимо в пределах до ±20 %.

Внимательно проверив монтаж по принципиальной схеме, подключите параллельно разомкнутым контактам выключателя миллиамперметр. Замкнув

собой цепь питания, он должен показать ток, потребляемый усилителем, который не должен превышать 10—12 мА. Значительно больший ток может быть признаком ошибки в монтаже, недоброкачественности конденсаторов *С7*, *С2* (большой ток утечки), слишком большого сопротивления резистора *R11*. Устранив неполадки, если, конечно, они окажутся, замкните контакты выключателя, измерьте вольтметром напряжения источника питания, например на конденсаторе *С7*, и в точке соединения эмиттеров транзисторов *Т3* и *Т4*. Напряжение в этой точке, называемой точкой симметрии выходного двухтактного каскада, должно быть равным половине напряжения источника питания. Корректируйте его подбором резистора *R8*. Затем в коллекторную цепь транзистора *Т3* включите миллиамперметр и подбором резистора *R11* установите в этой цепи ток, равный 2,5—3 мА. Ток в цепи питания транзистора первого каскада, равный 1,3—1,5 мА, устанавливайте подбором резистора *R2*.

Закончив подгонку рекомендуемых режимов работы транзисторов, подайте на вход усилителя низкочастотный сигнал, например, от мультивибратора-пробника (см. рис. 16) или иного генератора колебаний звуковой частоты — в головке раздастся громкий звук, изменяющийся по силе при вращении диска переменного резистора *R1*.

Качество работы усилителя можно проверить по воспроизведению грамзаписи с помощью звукоснимателя или подачей на его вход низкочастотного сигнала с выхода детекторного приемника, настроенного на местную станцию. При этом можно попробовать дополнительно подобрать резистор *R2*, добиваясь более громкого неискаженного звуковоспроизведения.

Вообще же этот усилитель не рассчитан на воспроизведение грамзаписи — нет согласования сопротивлений звукоснимателя и входа усилителя, да и его выходная мощность мала.

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ГРАМЗАПИСИ

Для воспроизведения монофонической грамзаписи можно рекомендовать несложный усилитель, схема которого показана на рис. 29. Его выходная мощность около 1,2 Вт. Она, конечно, не так уж велика, но все же достаточна для грмкого воспроизведения грамзаписи в небольшой комнате. Питать усилитель можно от батареи, составленной из восьми элементов 343 или 373, или сетевого блока питания, которому посвящается восьмая тема программы кружка.

Чем отличается он от усилителя на рис. 27? В основном лишь тем, что транзистор *Т1* первого каскада включен эмиттерным повторителем (по схеме ОК) и добавлен каскад усиления мощности на транзисторах *Т5* и *Т6* средней мощности структуры *p-n-p*. Усиливаемый сигнал на базы выходного двухтактного каскада подается в противофазе с резисторов *R10* и *R11*, включенных в коллекторную и эмиттерную цепи транзисторов *Т3* и *Т4* каскада предварительного усиления мощности.

Включение транзистора *Т1* эмиттерным повторителем увеличивает входное сопротивление усилителя более чем до

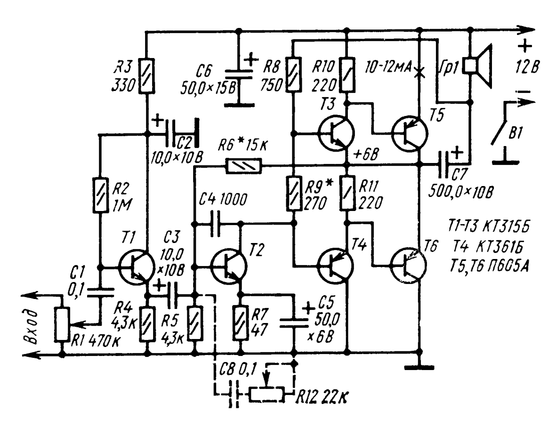


Рис. 29. Схема усилителя НЧ для воспроизведения монофонической грамзаписи

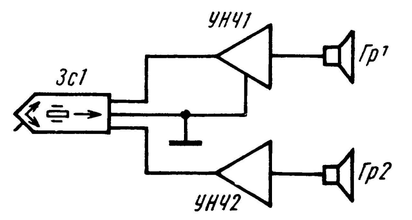


Рис. 30. Структурная схема стереофонического усилителя

250 кОм, что улучшает согласование его с большим внутренним сопротивлением пьезокерамического звукоснимателя.

В усилитель можно ввести регулятор тембра по высоким звуковым частотам. Для этого надо включить между базой транзистора *Т2* и общим «заземленным» проводником цепь из конденсатора емкостью 0,1 мкФ и переменного резистора сопротивлением 20—30 кОм (на рис. 29 показаны штриховыми линиями). По мере уменьшения сопротивления резистора все более ослабляются высшие частоты звукового диапазона.

В выходном каскаде можно использовать транзисторы П601—П605, ГТ402, ГТ403 с любым буквенным индексом. Теплоотводящие радиаторы необязательны. Номинальная мощность динамической головки *Гр1* должна быть не менее выходной мощности усилителя. Подойдут, например, широкополосные головки 1ГД-19, 1ГД-40Р, 2ГД-28, 3ГД-1.

Налаживание усилителя заключается только в подборе резисторов *R6* и *R9*. Подбором первого из них добивайтесь в точке симметрии выходного каскада напряжения, равного половине напряжения источника питания, подбором второго — указанного на схеме тока (10—12 мА) в эмиттерной цепи транзистора *Т5*.

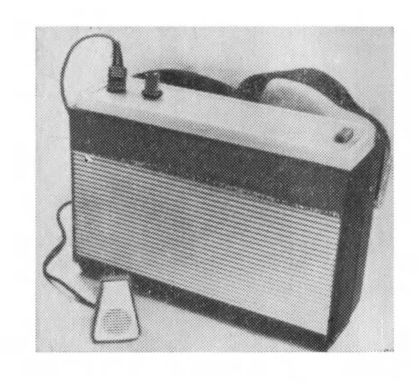


Рис. 31. Мегафон

Плату усилителя, выполненного навесным или печатным монтажом, вместе с батареей питания можно разместить в ящике электропроигрывающего устройства (ЭПУ) или в ящике громкоговорителя.

Усилитель для воспроизведения стереофонической грамзаписи должен быть двухканальным, т. е. состоять из двух идентичных усилителей НЧ с самостоятельными выносными громкоговорителями. Общими для них будут только блок питания и стереофонический звукосниматель ЭПУ. Структурная схема такого усилителя показана на рис. 30. На ней усилители каналов изображены символически — треугольниками. Раздельные сигналы от стереофонического звукоснимателя *Зс1* поступают на соответствующие им каналы усилителя, усиливаются до необходимой мощности и головками громкоговорителей *Гр1* и *Гр2* преобразуются в звук, воспринимаемый как объемный.

Можно ли для воспроизведения стереофонической грамзаписи использовать усилители, собранные по схеме на рис. 29? Конечно, можно. Но они должны быть возможно одинаковыми по усилению и по выходной мощности. Добиться этого можно использованием в их каскадах однотипных транзисторов с близкими коэффициентами передачи тока. Оба усилителя можно смонтировать на одной плате и питать их от общего источника питания — батареи, составленной из восьми элементов 343, 373 или сетевого блока питания.

В таком усилителе не будет стереобаланса — общего переменного резистора, которым можно устанавливать одинаковый уровень звучания головок громкоговорителей обоих каналов. Но это не такой большой недостаток — стереобаланс можно устанавливать регуляторами громкости каналов усилителя.

МЕГАФОН

В практическую работу кружка может быть включено конструирование мегафона — переносного усилителя НЧ, предназначенного для усиления голоса человека. Особенно широко используют мегафоны в походах, при проведении экскурсий, спортивных соревнований, военизированных игр.

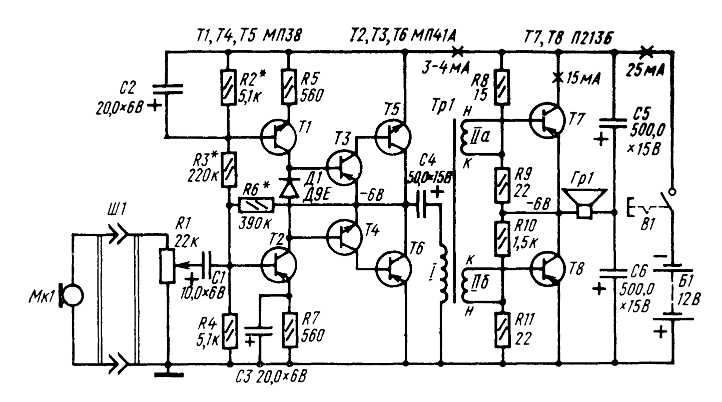


Рис. 32. **Принципиальная схема мегафона**

Внешний вид мегафона, доступного для повторения в кружке, показан на рис. 31, а его принципиальная схема — на рис. 32. (Мегафон разработан московским радиолюбителем-конструктором В. А. Васильевым.) Мегафон состоит из микрофона *Мк1*, подключаемого ко входу усилителя через разъем *Ш1*, двухкаскадного предварительного усилителя напряжения, в котором работают транзисторы *Т1—Т6*, и двухтактного усилителя мощности на транзисторах *Т7* и *Т8* с динамической головкой *Гр1* на выходе. Для связи между транзисторами предварительного усилителя и выходного каскада использован трансформатор *Тр1*, что позволило добиться достаточно высокой чувствительности усилителя при сравнительно небольшом числе транзисторов и обеспечить максимально возможную выходную мощность.

При напряжении источника питания 12 В максимальная выходная мощность усилителя мегафона около 1,2 Вт, чувствительность — 0,5—1 мВ. Потребляемый ток при работе с максимальной громкостью достигает 100—120 мА, а в среднем 60—70 мА. Энергии батареи, составленной из восьми элементов 343 или трех батарей 3336Л, соединенных последовательно, хватает на 10—15 ч непрерывной работы мегафона.

Рассмотрим работу мегафона в целом и некоторые его особенности, отличающие его от описанных здесь усилителей НЧ.

Электрические колебания звуковой частоты, созданные микрофоном при разговоре перед ним, поступают на переменный резистор *R1* и далее через его движок и конденсатор *С1* на вход первого каскада усилителя. Переменный резистор выполняет одновременно роль нагрузки микрофона и регулятора громкости мегафона.

В первом каскаде работают транзисторы *Т1* и *Т2* разных структур. Транзистор *Т2*, включенный по схеме ОЭ, работает как усилитель, а участок коллектор—эмиттер транзистора *Т2* служит его динамической нагрузкой. Сигнал звуковой частоты, усиленный первым каскадом, подается непосредственно на базы транзисторов *Т3* и *Т4*, также разных структур, образующие с транзисторами *Т5* и *Т6* составные транзисторы *Т3Т5* и *Т4Т6* второго каскада усилителя. Они работают в двухтактном режиме: составной транзистор *Т4Т6* усиливает отрицательные, а *Т3Т5* — положительные импульсы колебаний звуковой частоты. С выхода предварительного усилителя напряжение звуковой частоты поступает через конденсатор *С4* на обмотку *I* межкаскадного трансформатора *Тр1*.

Усиление сигнала составным транзистором равно примерно произведению статических коэффициентов передачи тока входящих в него транзисторов. Благодаря этому и чувствительность усилителя оказалась достаточной для совместной работы с микрофоном.

Обмотки *IIа* и *IIб* межкаскадного трансформатора *Тр1* включены встречно. При этом на базы транзисторов *Т7* и *Т8* выходного каскада напряжение звуковой частоты подается в противофазе, обеспечивая тем самым двухтактный режим работы усилителя мощности. Динамическая головка *Гр1*, включенная в выходную цепь усилителя, преобразует усиленный сигнал в звук.

Теперь о назначении других деталей усилителя. Резисторы *R2—R4* образуют делитель, с которого на базы транзи-

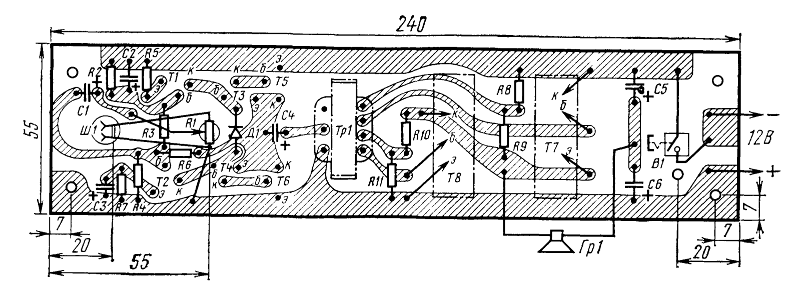


Рис. 33. Монтажная плата мегафона

сторов *T1* и *T2* подаются начальные напряжения смещения. Резисторы *R5* и *R7* стабилизируют коллекторный ток этих транзисторов от 0,9 до 1,1 мА. Конденсатор *C3*, шунтирующий резистор *R7*, ослабляет местную ООС, снижающую усиление каскада.

На диоде *Д1*, включенном в прямом направлении в общую коллекторную цепь транзисторов первого каскада, создается небольшое постоянное напряжение, которое вместе с усиливаемым сигналом подается на базы составных транзисторов второго каскада. Это необходимо для того, чтобы устранить искажения типа «ступенька», особо заметные на слух при слабых сигналах.

Резистор *R6* создает между выходом предварительного усилителя и базовой цепью транзистора *T2* ООС по току, стабилизирующую работу усилителя.

Для мегафона (см. рис. 31) использован корпус от приемника «Альпинист-407». Его шкала настройки заменена панелью из цветного органического стекла толщиной 3 мм; она приклеена дихлорэтаном. С внутренней стороны к панели приклеены четыре бобышки из такого же органического стекла, к которым винтами М3 прикреплена монтажная плата, выполненная печатным методом из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм.

Динамическая головка 0,5ГД-30 (или 0,5ГД-31) укреплена на передней стенке корпуса. Батарея питания размещена внутри корпуса.

Монтажная плата мегафона и схема соединения деталей на ней показаны на рис. 33. Мощные транзисторы *T7* и *T8* выходного каскада установлены на ребристые теплоотводящие радиаторы. Без радиаторов транзисторы при непрерывной длительной работе будут передаваться, что может стать причиной выхода их из строя.

Статический коэффициент передачи тока всех транзисторов может составлять 40—60. Транзисторы *T1* и *T2*, а также *T7* и *T8* должны быть с возможно близкими параметрами $h_{21Э}$ и $I_{КБО}$. Желательно, чтобы транзисторы *T3* и *T4*, *T5* и *T6* также были подобраны попарно или произведения коэффициентов $h_{21Э}$ составных транзисторов были по возможности равны. Электролитические конденсаторы — К50-6, постоянные резисторы — типа МЛТ, переменный резистор *R1* СП3-4в — группы В или А. Выключатель питания *B1* — кнопочный П2К (можно тумблер ТВ1-2), гнездовая часть разъема *Ш1* — розетка СГ-3.

В качестве межкаскадного (переходного) трансформатора использован выходной трансформатор транзисторного приемника «ВЭФ-12» («ВЭФ-201», «ВЭФ-204»). Вторичная обмотка такого трансформатора выполнена двумя проводами (ПЭВ-1 0,29), которые соединены параллельно. Чтобы использовать его как межкаскадный, надо осторожно отпаять концы проводов от выводных штифтов и разделить их на две самостоятельные обмотки. Уточнить, какие выводы относятся к одной и второй обмоткам, можно с помощью омметра (сопротивление каждой из обмоток должно быть не более 2—3 Ом). Порядок включения обмоток в усилителе обозначен на схеме буквами «н» (начало) и «к» (конец).

Вообще же для этой цели можно использовать небольшой по размерам выходной трансформатор лампового приемника, если удалить его вторичную обмотку и намотать вместо нее две вторичные обмотки по 100—110 витков провода ПЭВ-1 0,15—0,20 в каждой. Чтобы обмотки были идентичными, наматывать их надо одновременно, сложив вместе два провода

Микрофон *Мк1* — типа МД-201. Лучше, однако, использовать микрофон ДЭМШ-1. Неплохо будут работать и микрофоны МД-47, МД-67.

Усилитель мегафона налаживайте при свежей батарее питания в таком порядке. Сначала, чтобы измерить общий потребляемый ток при отключенном микрофоне, параллельно разомкнутым контактам выключателя питания *В1* подключают миллиамперметр. Если в монтаже нет ошибок или коротких замыканий в цепи питания, миллиамперметр должен показывать ток, не превышающий 35—40 мА. Затем измерьте напряжения на средних точках (выходах) предварительного усилителя и выходного каскада. Если они равны половине напряжения источника питания с погрешностью не более ±0,2 В, то останется только подбором резистора *R3* установить общий ток покоя предварительного усилителя, равный 3—4 мА. Напряжение в точке симметрии только предварительного усилителя, равное 6 В, устанавливайте подбором резистора *R2*. Отклонения напряжения в выходном каскаде будут свидетельствовать о значительном разбросе номиналов резисторов *R8—R11* и параметров транзисторов. Следовательно, надо заменить транзисторы этого каскада и точнее подобрать резисторы.

Налаживая усилитель, помните: любые изменения в его монтаже можно делать лишь при выключенном питании.

Усилитель можно питать от источника напряжением 9 В, например двух батарей 3336Л, или батареи напряжением 15 В, составленной из десяти элементов 343 или 373. В первом случае потребляемый ток и выходная мощность усилителя снижаются, во втором,— наоборот, повышаются. Выходная мощность усилителя зависит также и от сопротивления нагрузки, т. е. сопротивления звуковой катушки динамической головки: чем оно меньше, тем больше выходная мощность. Зависимость максимальной выходной мощности усилителя и максимального тока, потребляемого им от источника питания, и сопротивления нагрузки указана в помещенной здесь таблице. Средний потребляемый ток в 2—3 раза меньше максимального. В таблице также указаны рекомендуемые динамические головки и соответствующие им сопротивления звуковых катушек. Пользуясь этой таблицей, можно делать практические выводы.

И еще один совет. Акустические свойства корпуса приемника «Альпинист-407», использованного для описанного мегафона, не рассчитаны на работу с головками мощностью более 1 Вт. Поэтому для усилителя с головкой большей мощности корпус надо делать из толстой фанеры или древесно-стружечной плиты. Предпочтение же следует отдать головкам 3ГД-17 и 4ГД-4Е, обладающим наибольшей звуковой отдачей, или головкам 1ГД-40, 2ГД-40, обеспечивающим наилучшее качество звучания и допускающим практически полуторные перегрузки по подводимой мощности.

Таблица

Сопротивление нагрузки, Ом	Напряжение источника питания, В			Динамическая головка
	9	12	15	
16	0,6 Вт; 85 мА	1,2 Вт; 110 мА	1,6 Вт; 140 мА	0,5ГД-30, 0,5ГД-31
8	1,0 Вт; 160 мА	1,85 Вт; 212 мА	2,9 Вт; 265 мА	1ГД-40, 2ГД-40
6,5	1,3 Вт; 220 мА	2,3 Вт; 270 мА	3,3 Вт; 375 мА	3ГД-1, 3ГД-17
4	1,6 Вт; 285 мА	2,5 Вт; 330 мА	4,4 Вт; 480 мА	4ГД-4Е, 4ГД-35, 4ГД-36

ПРИЕМНИКИ ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

Транзисторные приемники прямого усиления, рекомендуемые радиолюбителям для повторения, содержат, как правило, по два каскада в высокочастотном тракте, детектор и по три каскада в низкочастотном тракте. Функциональная схема таких примников 2-V-3. И это не случайно: двухкаскадный усилитель ВЧ обеспечивает нормальную работу детектору, а трехкаскадный усилитель НЧ — громкое звучание динамической головки на его выходе.

ПРИЕМНИК 2-V-3

Схема приемника 2-V-3 показана на рис. 34. Считаем, что предназначенный для него усилитель НЧ, которому была посвящена значительная часть предыдущей темы программы кружка, уже сделан, налажен и испытан в работе. Поэтому, чтобы не повторяться, на рис. 34 усилитель НЧ обозначен символизирующим его треугольником. Теперь следует смонтировать высокочастотную часть и состыковать ее с готовым усилителем НЧ — получится приемник 2-V-3.

Высокочастотная часть приемника состоит из магнитной антенны *Ан1*, являющейся его входным чувствительным элементом, и двухкаскадного усилителя на транзисторах *Т5* и *Т6* (продолжается нумерация деталей, начатая в усилителе НЧ). Питающее напряжение батареи *Б1* подается к усилителю через развязывающий фильтр *R21C18*, предотвращающий самовозбуждение приемника из-за паразитных связей между низкочастотным и высокочастотным усилителями через общий источник питания.

Магнитная антенна представляет собой катушку индуктивности, входящую в настраиваемый колебательный контур, имеющую сравнительно длинный круглый или плоский ферритовый стержень внутри. Магнитной ее называют потому, что реагирует она в основном на магнитную составляющую радиоволн. В описываемом приемнике катушка *L1* магнитной антенны *Ан1* и конденсатор переменной емкости *С10* образуют колебательный контур, настраиваемый на сигналы радиовещательных станций. Это селективный элемент приемника.

Магнитная антенна обладает направленным действием: наибольший сигнал радиостанции на входе приемника бывает, когда стержень антенны находится в горизонтальной плоскости и его продольная ось перпендикулярна направлению на радиостанцию.

Резонансное сопротивление входного колебательного контура при настройке его на несущую частоту радиостанции примерно в тысячу раз больше входного сопротивления усилителя ВЧ. Поэтому, чтобы вход усилителя не шунтировал контур и тем самым возможно меньше влиял на его добротность и селективность, высокочастотное напряжение, создающееся на контуре, подается на базу транзистора *Т5* первого каскада усилителя не непосредственно, а через катушку связи *L2*, находящуюся на стержне магнитной антенны и образующую с контурной катушкой *L1* высокочастотный понижающий трансформатор. Таким образом, на вход усилителя поступает только некоторая часть принятой высокочастотной энергии, бóльшая же ее часть теряется в контуре. Через эту же катушку связи на базу транзистора подается также начальное напряжение смещения, открывающее транзистор, которое снимается с делителя напряжения *R12*, *R13*.

Высокочастотный модулированный сигнал, усиленный транзистором первого каскада, выделяется на его нагрузочном резисторе *R14* и далее через разделительный конденсатор *С13* подается на базу транзистора *Т6* для дополнительного

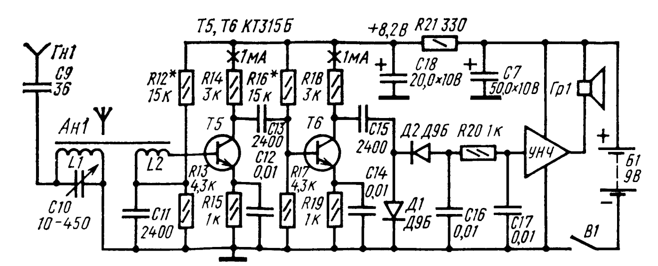


Рис. 34. Схема приемника прямого усиления

усиления. С резистора *R18*, являющегося нагрузкой транзистора второго каскада, усиленный сигнал поступает на вход детекторного каскада для преобразования его в сигнал звуковой частоты. Смещение на базу транзистора *Т6* второго каскада снимается с делителя напряжения *R16*, *R17*, аналогичного делителю *R12*, *R13* первого каскада.

Резисторы *R15* и *R19* в эмиттерных цепях транзисторов термостабилизируют режимы их работы. Шунтирующие их конденсаторы *С12* и *С14* ослабляют местные ООС в каскадах усилителя.

Детекторный каскад образуют диоды *Д1* и *Д2*, включенные по схеме умножения напряжения. При таком способе включения диодов напряжение низкочастотного сигнала на нагрузке детектора (в данном случае на переменном резисторе *R1* в усилителе НЧ) получается почти в 2 раза больше, чем на выходе детектора с одним диодом (как в детекторном приемнике).

Низкочастотный сигнал, отфильтрованный от высокочастотной составляющей фильтром *С16R20С17*, усиливается всеми каскадами усилителя НЧ и динамической головкой *Гр1* преобразуется в звук.

Через гнездо *Гн1* и конденсатор *С9* к входному контуру *L1С10* можно подключить внешнюю антенну в виде отрезка провода длиной в несколько метров, что улучшит прием сигналов отдаленных радиовещательных станций.

Теперь, познакомившись с работой и назначением деталей высокочастотного тракта, можно приступить к монтажу их на той плате, где ранее был смонтирован усилитель НЧ.

Вид на монтажную плату со стороны деталей и схема соединения их показаны на рис. 35. Статический коэффициент передач тока транзисторов должен быть не менее 80. Тот из них, у которого коэффициент $h_{21э}$ больше, ставьте в первый каскад усилителя ВЧ. Диоды детекторного каскада могут быть серии Д9 или Д2 с любым буквенным индексом. Резисторы типа МЛТ; конденсаторы *С11—С17* типа КЛС, К10-7В (можно КДМ, МБМ), *С18* — К50-6 (К50-3). Контурный конденсатор переменной емкости *С10* односекционный, с наибольшей емкостью 400—450 пф.

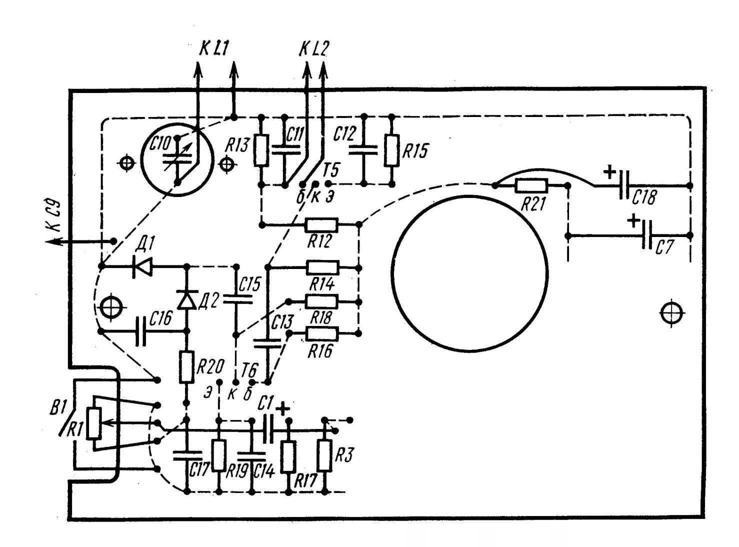
Для магнитной антенны использован стержень из феррита марки М400НН (можно М600НН), диаметром 8 и длиной 120 мм. Катушки *L1* и *L2* намотаны на отдельных каркасах, склеенных из тонкой бумаги, которые с небольшим усилием можно перемещать по стержню. Удерживается стержень на двух пластмассовых стойках, приклеенных к плате.

Выбор диапазона волн, который бы перекрывался контуром магнитной антенны, зависит от местных условий радиоприема. Для приема станций, работающих в диапазоне ДВ, контурная катушка *L1* должна содержать 170—180 витков провода ПЭВ-1 0,18—0,2, намотанных шестью-семью секциями по равному числу витков в каждой секции, а катушка связи *L2* — 8—10 витков такого же провода. Секционированная намотка контурной катушки уменьшает собственную ее емкость, что при том же конденсаторе переменной емкости несколько расширяет охватывающий контуром диапазон. Для диапазона СВ катушки *L1* и *L2* должны содержать соответственно 70—80 витков и 3—5 витков такого же провода, намотанных виток к витку.

Закончив монтаж высокочастотной части приемника, сверьте его с принципиальной схемой — нет ли ошибок? К выходу детекторного каскада (параллельно конденсатору *С17*) подключите головные телефоны, которые будут выполнять роль нагрузки детекторного каскада. Замкните накоротко выводы катушки связи, чтобы на вход усилителя ВЧ не проникали никакие сигналы. Включите питание и измерьте миллиамперметром токи покоя в коллекторных цепях транзисторов. Они должны составлять 0,9—1,1 мА. Такой ток коллекторной цепи транзистора *Т5* первого каскада можно установить подбором резистора *R12*, а транзистора *Т6* второго каскада — подбором резистора *R16*.

После этого разомкните выводы катушки связи и, медленно вращая ось ротора конденсатора переменной емкости и одновременно поворачивая плату из стороны в сторону в горизонтальной плоскости, настройте приемник на какую-либо радиовещательную станцию. Если приемник самовозбуждается (в телефонах слышны свистящие звуки), то поменяйте местами включение выводов катушки связи, подальше отодвиньте ее от контурной катушки. Подключите внешнюю антенну — громкость приемника должна значительно увеличиться.

Теперь высокочастотный тракт можно соединить со входом ранее налаженного усилителя НЧ (переменный резистор *R1*), проверить их совместную работу, уточнить границы диапазона волн, перекрываемого контуром магнитной антенны, и опытным путем найти оптимальное расстояние между катушками. Узнать диапазон налаживаемого приемника



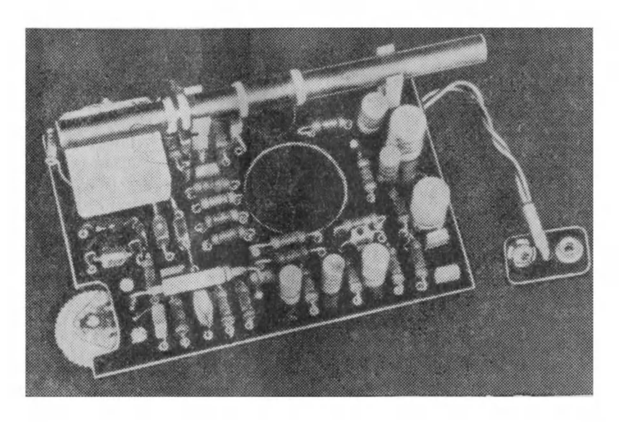


Рис. 35. Монтажная плата приемника

можно с помощью заводского радиовещательного приемника, настраивая оба приемника на радиовещательные станции, работающие в наиболее длинноволновом (емкость конденсатора *C10* наибольшая) и наиболее коротковолновом (емкость конденсатора *C10* наименьшая) участках данного диапазона. Чтобы диапазон сдвинуть в сторону более длинных волн, контурную катушку *L1* следует сместить к середине ферритового стержня или несколько увеличить число ее витков (если максимальная емкость конденсатора *C10* значительно меньше 450 пф) или, наоборот, передвинуть ее к концу стержня, чтобы сместить диапазон в сторону более коротких волн. Катушку связи размещайте на таком расстоянии от контурной катушки, при котором громкость приема наибольшая и без искажений звука. После этого каркасы катушек закрепите на ферритовом стержне несколькими каплями клея БФ-2.

Только ли таким, как описанный здесь, должен быть любительский приемник прямого усиления? Разумеется, нет! Описания подобных приемников, более простых и более сложных, можно найти в журнале «Радио», брошюрах и книгах массовой радиобиблиотеки и другой популярной радиотехнической

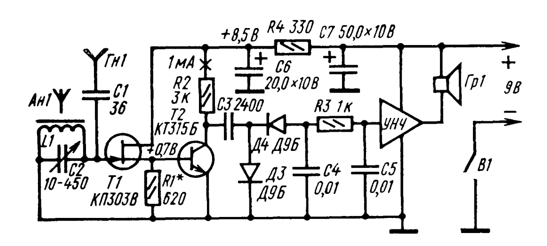


Рис. 36. Схема приемника прямого усиления с полевым транзистором на входе

литературе. В магазинах культтоваров можно приобрести наборы деталей для сборки аналогичных приемников. И любой из них можно рекомендовать радиокружку.

ПРИЕМНИК С ПОЛЕВЫМ ТРАНЗИСТОРОМ

Определенный технический интерес представляют и приемники прямого усиления с полевыми транзисторами. Примером может служить приемник, собранный по схеме, приведенной на рис. 36. В двухкаскадном усилителе ВЧ такого приемника также два транзистора, но в первом каскаде работает полевой транзистор *Т1*, включенный по схеме общего истока. Входное сопротивление такого каскада исчисляется мегаомами, что позволяет подключать его ко всему контуру *L1C2* магнитной антенны *Ан1*. При этом на вход усилителя поступает не некоторая часть, а вся энергия контура, что равнозначно примерно десятикратному усилению принятого сигнала.

С нагрузочного резистора *R1* полевого транзистора высокочастотный сигнал подается непосредственно на базу транзистора *Т2* второго каскада, а с его нагрузочного резистора *R2* — на вход детекторного каскада, диоды *Д1* и *Д2* которого включены по схеме умножения напряжения. Усилитель НЧ, показанный на схеме символически, может быть любым, обеспечивающим громкое звучание динамической головки или телефона.

Данные катушки *L1* и конденсатора *С2* входного контура такие же, как аналогичного контура магнитной антенны уже описанного здесь приемника прямого усиления.

Приемник может стать двухдиапазонным, если в длинноволновой катушке сделать отвод примерно от 80-го витка и дополнить контур двухпозиционным тумблером. Включение в контур меньшей части витков катушки будет соответствовать диапазону СВ, всех витков катушки — диапазону ДВ.

Режимы работы обоих транзисторов усилителя ВЧ устанавливайте подбором резистора *R1*. Его сопротивление должно быть таким, чтобы в режиме покоя на нем было напряжение 0,7 В. При меньшем падении напряжения кремниевый транзистор второго каскада будет закрыт, при большем могут появиться искажения принятого сигнала. На время налаживания этот резистор лучше заменить переменным несколько большего сопротивления и с его помощью добиться наиболее громкого и неискаженного приема. Затем измерить омметром сопротивление введенной части и включить в истоковую цепь полевого транзистора постоянный резистор такого же номинала.

Полярность включения диодов *Д1* и *Д2* детекторного каскада зависит от структуры транзистора первого каскада усилителя НЧ, совместно с которым будет работать высокочастотная часть приемника. Если транзистор структуры *n-p-n*, полярность должна быть такой, как на рис. 36, а если *p-n-p*, полярность включения диодов должна быть изменена на обратную.

РЕФЛЕКСНЫЙ ПРИЕМНИК

Представляют интерес и рефлексные приемники прямого усиления — приемники, в которых один или два каскада работают одновременно как усилитель колебаний высокой и низкой частот, что,

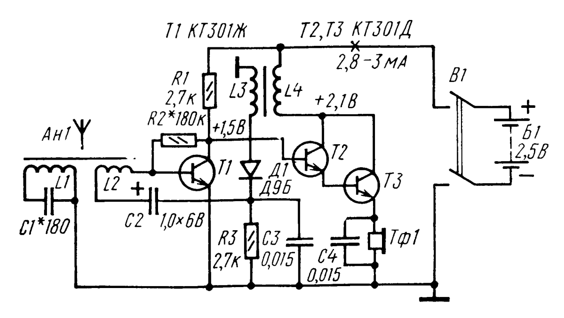


Рис. 37. Принципиальная схема рефлексного приемника 2-V-2

естественно, уменьшает число используемых в нем деталей, а значит и его габариты.

Для конструирования в кружке можно рекомендовать малогабаритный приемник, разработанный радиолюбителем В. Абарихиным из г. Коврова Владимирской области. Рассчитан он на прием программ одной местной или отдаленной мощной радиовещательной станции диапазона СВ или ДВ. Программы прослушивают на ушной телефон ТМ-2М или ТМ-4М. Приемник питается от двух аккумуляторов типа Д-0,06, соединенных последовательно (2,5 В). Потребляемый ток не превышает 3—4 мА. Внешние размеры корпуса приемника 50×25×15 мм.

Принципиальная схема приемника изображена на рис. 37. Характерной особенностью приемника, кроме того, что он рефлексный, является то, что его второй усилительный каскад трактов ВЧ и НЧ собран на составном транзисторе *Т2Т3*. Это позволило получить от одного каскада значительно большее усиление по сравнению с усилением каскада на одном транзисторе, а благодаря сравнительно большому входному сопротивлению составного транзистора стала возможна непосредственная связь между каскадами.

Приемник работает следующим образом. Сигнал радиостанции, на которую настроен входной контур *L1C1* магнитной антенны *Ан1*, через катушку связи *L2* поступает на базу транзистора *Т1*, включенного по схеме ОЭ. Резистор *R1* — нагрузка этого транзистора как по высокой, так и по низкой частотам. С него усиленный сигнал подается непосредственно на базу составного транзистора *Т2Т3*. Для сигнала ВЧ составной транзистор включен по схеме ОЭ. Усиленный им сигнал выделяется на катушке *L4* высокочастотного трансформатора и через катушку связи *L3* подается на диод *Д1* для детектирования высокочастотного модулированного сигнала.

Низкочастотный сигнал выделяется на нагрузке детектора — резисторе *R3*. Он зашунтирован конденсатором *С3*, уменьшающим пульсации высокочастотной составляющей. Через разделительный конденсатор *С2* низкочастотный сигнал подается на базу транзистора *Т1*, а с нагрузочного резистора *R1* этого каскада, теперь уже еще и низкочастотного,— непосредственно на базу составного транзистора *Т2Т3*. Для низкочастного сигнала составной транзистор включен эмиттерным повторителем и работает в режиме усиления тока. Его нагрузкой является низкоомный телефон *Тф1*, который и преобразует колебания низкой частоты в звуковые колебания.

Таким образом в этом приемнике транзистор *Т1* и составной транзистор *Т2Т3* образуют двухкаскадный усилитель, работающий как в высокочастотном, так и в низкочастотном трактах. Функциональная схема такого приемника 2-V-2.

В приемнике приняты меры по стабилизации режимов работы транзисторов. В первом каскаде на транзисторе *Т1* это достигается ООС по напряжению между коллектором и базой, осуществляемой посредством резистора *R2*, во втором каскаде — ООС по току за счет сопротивления обмотки телефона *Тф1*, включенного в эмиттерную цепь составного транзистора. Сами же кремниевые транзисторы, используемые в приемнике, практически исключают влияние изменений окружающей температуры на его работу.

Конструкция и детали приемника показаны на рис. 38. Корпус приемника

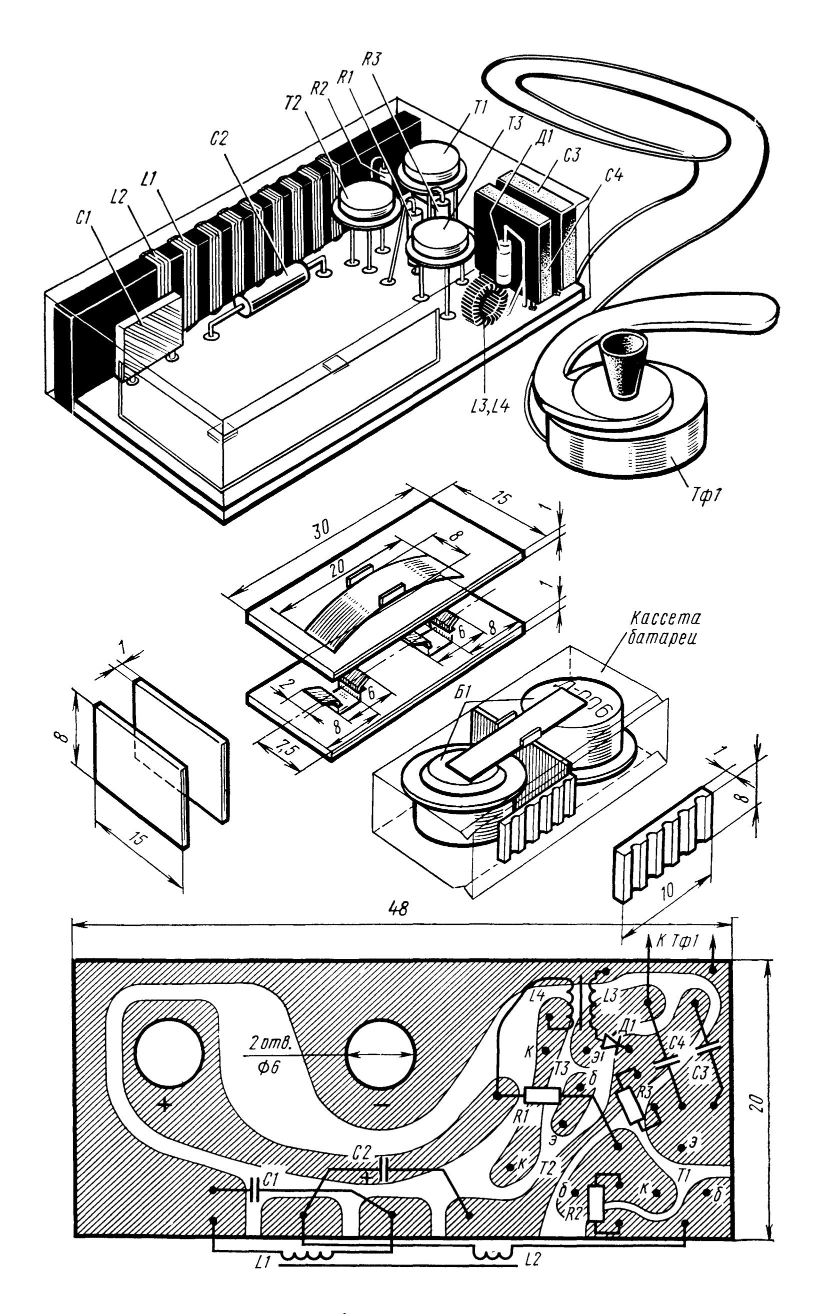


Рис. 38. Конструкция и детали рефлексного приемника

(обозначен условными линиями) склеен дихлорэтаном из пластинок цветного органического стекла толщиной 1 мм. Детали приемника смонтированы на печатной плате размерами 48×20 мм, выполненной из фольгированного стеклотекстолита (или гетинакса). Через отверстия диаметром 6 мм пропускают латунные П-образные пластинки и припаивают их к токонесущим печатным проводникам платы. Они образуют неподвижные контакты, соединяющие полюсы источника питания с токонесущими проводниками монтажной платы приемника.

Аккумуляторы батареи питания помещены в кассету (30×17×10 мм), склеенную из такого же листового органического стекла, что и корпус, и имеют направляющие пазы для установки в корпусе приемника. На верхней стенке кассеты укреплена латунная пружинящая пластина, соединяющая акумуляторы последовательно, а на нижней — выводные контакты батареи. Таким образом кассета с аккумуляторами, вдвигаемая в корпус приемника, выполняет одновременно и функцию двухконтактного выключателя источника питания *B1*.

Для магнитной антенны использован отрезок плоского ферритового стержня марки 600НН длиной 48 мм — по длине печатной платы. Катушки *L1* и *L2* намотаны проводом ПЭЛШО 0,08 непосредственно на ферритовом стержне. Катушка *L1*, рассчитанная на прием радиостанций диапазона ДВ, должна содержать 200—210 витков, намотанных секциями по 20—25 витков в каждой. Ширина секций 2—2,5, а расстояние между ними — 1—1,5 мм. Катушка *L2* может содержать 4—12 витков. Для приема в диапазоне СВ катушки должны содержать соответственно 100 и 3—7 витков такого же провода.

Катушки *L3* и *L4* высокочастотного трансформатора намотаны на ферритовом кольце 600НН диаметром 7 мм и содержат по 80 витков провода ПЭЛШО 0,08 для диапазона ДВ или по 50—60 витков такого же провода для диапазона СВ. Все резисторы МЛТ-0,125 (или МЛТ-0,25), конденсаторы КМ-3 и М53-1.

Вместо транзисторов КТ301 в приемник можно применять транзисторы КТ315 с коэффициентом передачи тока не менее 80. Но при такой замене придется несколько изменить конфигурацию печатных проводников монтажной платы, относящихся к транзисторам.

Налаживание приемника начинается с проверки режимов работы транзисторов по постоянному току и напряжению. Если ток, потребляемый приемником от источника питания, значительно превышает 3—4 мА, это будет признаком самовозбуждения. Для устранения самовозбуждения надо поменять местами включение выводов катушки *L2*.

Указанные по схеме напряжения на электродах транзисторов устанавливайте подбором резистора *R2*.

Затем в контур магнитной антенны включите конденсатор переменной емкости, с помощью его настройте приемник на волну выбранной станции и дополнительным подбором резистора *R2* добивайтесь наиболее громкого и неискаженного приема. После этого вместо конденсатора переменной емкости в контур включите конденсатор постоянной емкости *C1*, обеспечивающий уверенный прием той же радиовещательной станции.

Монтаж малогабаритных приемников, называемых часто «карманными», всегда бывает очень плотным. Настолько плотным, что при замене деталей можно горячим паяльником попортить другие детали. Лучше всего, если детали приемника монтировать сначала на макетной плате, подогнать режимы работы транзисторов, настроить входной контур и только после этого одну деталь за другой перенести на заготовленную монтажную плату приемника. Процесс этот увлекательный и, конечно, творческий. Творчество же в радиолюбительстве — главное в достижении поставленной цели.

СЕТЕВОЙ БЛОК ПИТАНИЯ

Радиолюбители бо́льшую часть времени, высвободившегося для занятия любимым делом, проводят за испытанием и налаживанием разнообразных радиотехнических устройств. Не удивляйтесь: налаживание усилителя, например, или приемника подчас занимает больше времени, чем монтаж. И все это время связано с расходом энергии источников постоянного тока. Какой же запас гальванических элементов и батарей надо иметь в кружке или дома, чтобы обеспечить питанием все налаживаемые и готовые конструкции? Надо, видимо, строить сетевые блоки питания, которые в значительной степени избавили бы от

хлопот о химических источниках постоянного тока. Изучению и конструированию таких блоков и посвящается восьмая тема программы кружка.

Основой любого сетевого блока питания служит выпрямитель — один или несколько диодов, преобразующих переменный ток электроосветительной сети в ток постоянного направления. Выпрямитель может быть однополупериодным и двухполупериодным.

ОДНОПОЛУПЕРИОДНОЕ И ДВУХПОЛУПЕРИОДНОЕ ВЫПРЯМЛЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Схема однополупериодного выпрямителя и график, иллюстрирующий сущность его действия, показаны на рис. 39,*а*. На вход выпрямителя подается переменное напряжение сети U частотой 50 Гц, а к выходу подключена нагрузка $R_н$, символизирующая приемник или усилитель. При положительных полупериодах на верхнем (по схеме) проводе, а значит и на аноде диода *Д1*, включенном в цепь, диод открывается. В эти моменты времени через диод и его нагрузку течет прямой ток диода. При отрицательных полупериодах на аноде диод закрывается, и в цепи течет лишь незначительный обратный ток диода, с которым обычно не считаются. Диод как бы отсекает отрицательные полуволны переменного тока. В результате через нагрузку выпрямителя течет пульсирующий ток — ток одного направления, но изменяющийся по величине с частотой 50 Гц.

При таком способе выпрямления полезно используется только один полупериод переменного тока, поэтому подобные выпрямители называют *однополупериодными*.

Чтобы полезно использовать оба полупериода переменного тока, в выпрямителе должны работать два или четыре однотипных диода. Чаще в *двухпериодных* выпрямителях используют четыре диода, включая их так, как показано на схеме на рис. 39,*б*. Включенные таким способом диоды образуют выпрямительный мост, а каждый из диодов — плечо моста. В таком выпрямителе в течение каждого полупериода работают поочередно два диода противоположных плеч, включенных между собой последовательно (через нагрузку), но встречно по отношению ко второй паре диодов. Когда на верхнем (по схеме) входном проводе выпрямителя положительный полупериод, ток идет через диод *Д2*, нагрузку $R_н$ и далее через диод *Д3* ко второму входному проводу. Диоды *Д1* и *Д4* в это время закрыты, и ток через них не течет (кроме незначительного неуправляемого обратного тока диодов). В течение другого полупериода переменного напряжения, наоборот, диоды *Д1* и *Д4* открываются, а диоды *Д2* и *Д3* закрываются. В это время ток в нагрузке идет в том же направлении, а в самом выпрямителе — через открытые диоды *Д4* и *Д1*.

При двухполупериодном выпрямлении частота пульсаций тока в нагрузке в 2 раза больше, чем при однополупериодном выпрямлении. Таким током мож-

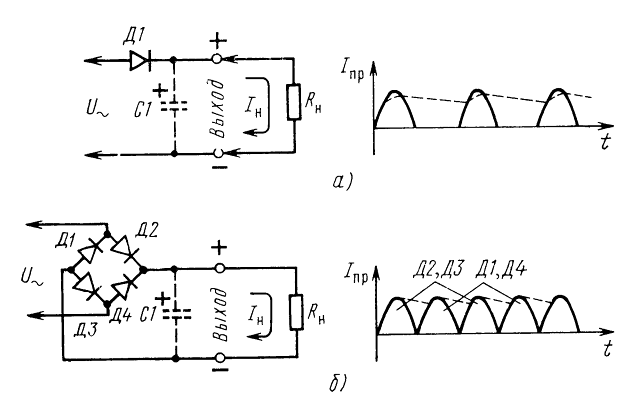


Рис. 39. Схемы однополупериодного (*а*), двухполупериодного (*б*) выпрямителей и графики, поясняющие их действие

но заряжать аккумуляторные батареи, питать микроэлектродвигатели самоходных моделей, обмотки электромагнитных реле автоматических устройств. Для питания же усилителей или приемников он непригоден — в динамической головке на выходе усилителя будет прослушиваться гул низкого тона, называемый фоном переменного тока.

Простейшим фильтром, сглаживающим пульсации выпрямленного напряжения (а значит и тока в нагрузке), может быть конденсатор *C1*, показанный на схемах на рис. 39 штриховыми линиями. Заряжаясь от импульсов напряжения, он в промежутках времени между импульсами разряжается через нагрузку и тем самым поддерживает в ней постоянный ток. На графиках (см. рис. 39) такой ток обозначен штриховыми линиями. Чем больше емкость фильтрующего конденсатора, тем лучше будет «сглаживание» пульсаций выпрямленного тока.

Среднее значение напряжения постоянного тока на выходе фильтра однополупериодного выпрямителя равно примерно выпрямляемому переменному напряжению, а на выходе двухполупериодного выпрямителя в 1,4 раза (примерно на 40 %) больше.

СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

В сетевых блоках питания транзисторной аппаратуры для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения используют конденсаторы большой емкости, а для поддержания постоянства напряжения на выходе блока — стабилизаторы напряжения.

Схема простейшего стабилизатора напряжения приведена на рис. 40. Это так называемый *параметрический стабилизатор напряжения*. Он представляет собой делитель входного постоянного напряжения $U_{вх}$, образуемый резистором *R1* и стабилитроном *Д1*, параллельно которому подключена нагрузка $R_н$.

Что представляет собой стабилитрон? Это плоскостной полупроводниковый диод, внутреннее сопротивление которого

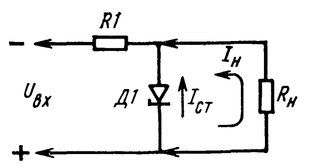


Рис. 40. Схема параметрического стабилизатора напряжения

зависит от протекающего через него тока. С увеличением тока $I_{ст}$, текущего через стабилитрон, сопротивление стабилитрона уменьшается, и, наборот, сопротивление его увеличивается с уменьшением тока. Благодаря этому свойству стабилитрона напряжение на нем, а значит и на нагрузке, подключенной к нему, сохраняется практически постоянным, а все изменения входного напряжения гасятся резистором *R1*.

Так работает параметрический стабилитрон напряжения при колебаниях входного напряжения, подаваемого на него от выпрямителя или батареи гальванических элементов. Если же, наоборот, входное напряжение постоянно, а изменяется ток нагрузки $I_н$ (как обычно и бывает), в этом случае ток через стабилитрон изменяется на столько же, на сколько и ток нагрузки, но только в обратную сторону. В итоге общий ток, потребляемый от выпрямителя, остается практически неизменным и напряжение на нагрузке почти не изменяется.

Напряжение на выходе такого стабилитрона равно напряжению стабилизации $U_{ст}$ используемого в нем стабилитрона. Ток же, потребляемый от него нагрузкой, не должен превышать тока стабилизации $I_{ст}$ стабилитрона. Эти два основных параметра, характеризующие стабилитроны, приводятся в справочной литературе.

БЛОКИ ПИТАНИЯ

На рис. 41 показана схема наиболее простого сетевого блока питания со стабилизацией выходного напряжения. Трансформатор питания *Тр1* понижает переменное напряжение сети до 9—12 В. Диоды *Д1—Д4*, включенные по мостовой схеме, образуют двухполупериодный выпрямитель, выпрямляющий напряжение вторичной (*II*) обмотки трансформатора. Электролитический конденсатор *C1* сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, а резистор *R1* и стабилитрон *Д5* образуют параметрический стабилизатор напряжения. Напряжение стабилизации стабилитрона Д809, используемого в таком блоке, может составлять (по справочнику) 8—9,5 В. Практически такое же напряжение будет и на выходе блока питания.

От такого блока можно питать транзисторные приемники или усилители, потребляемый ток которых не превышает 25—30 мА. При большем потребляемом токе стабилитрон будет перегреваться и может выйти из строя.

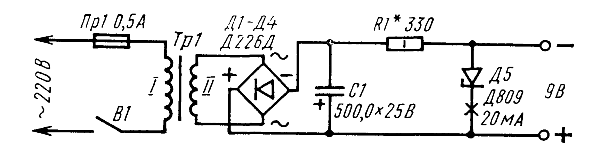


Рис. 41. Схема блока питания с параметрическим стабилизатором выпрямленного напряжения

Конструкция такого блока питания произвольная. В качестве трансформатора питания *Тр1* удобно использовать выходной трансформатор кадровой развертки (ТВК) телевизоров, например ТВК-70-Л2 или ТВК-110-Л2, ТВК-110-ЛК-М. Первичную обмотку ТВК используют как сетевую, а вторичную как понижающую трансформатора блока питания. Диоды *Д1—Д4* могут быть любыми из серий Д226, Д7, конденсатор *С1* — К50-6 на номинальное напряжение не менее 15 В.

Налаживание блока заключается в установлении в цепи стабилитрона тока, равного 18—22 мА. Делают это подбором балластного резистора *R1*. Постоянное напряжение на выходе выпрямителя (на конденсаторе *С1*) должно быть не менее 12—14 В, а на выходе блока около 9 В — в зависимости от напряжения стабилизации использованного стабилитрона.

Блок питания с параметрическим стабилизатором напряжения прост. Но потребляемый от него ток ограничен несколькими десятками миллиампер, и, кроме того, нельзя регулировать выходное напряжение. От этих и некоторых других недостатков свободны блоки питания с более сложными компенсационными стабилизаторами напряжения.

Для повторения в кружке можно рекомендовать блок питания, схема которого приведена на рис. 42. Он состоит из понижающего трансформатора *Тр1*, двухполупериодного выпрямителя *Д1* с конденсатором *С1*, сглаживающим пульсации выпрямленного напряжения, индикатора перегрузки (лампа *Л1* и резистор *R1*) и стабилизатора напряжения, в котором работают стабилитрон *Д2* и транзисторы *Т1* и *Т2*. Выходное напряжение этого блока можно плавно регулировать переменным резистором *R3* от 0 до 12 В. При изменении тока нагрузки от нескольких десятков до 250—300 мА напряжение на ней остается практически постоянным. Такой блок можно использовать не только для питания конструируемых в кружке усилителей, приемников разной сложности, рассчитанных на разные напряжения источников, но и для зарядки малогабаритных аккумуляторов и аккумуляторных батарей.

Трансформатор *Тр1* понижает переменное напряжение сети до 12—14 В, которое выпрямляется блоком *Д1* (его диоды включены по мостовой схеме). В результате двухполупериодного выпрямления на конденсаторе *С1* действует постоянное напряжение, равное 16—18 В. Через параллельно соединенные проволочный резистор *R1* и лампочку накаливания *Л1* оно подается на вход стабилизатора напряжения.

Резистор *R2* и стабилитрон *Д2*, образующие параметрический стабилизатор, стабилизируют напряжение на переменном резисторе *R3*. Транзистор *Т1*, включенный эмиттерным повторителем, является управляющим элементом стабилизатора. Напряжение, создающееся на его нагрузочном резисторе *R4*, подается непосредственно на базу регулирующего транзистора *Т2* и управляет его состоянием. Нагрузка $R_н$ (усилитель, приемник или другое устройство) включена в эмиттерную цепь транзистора *Т2*, и по-

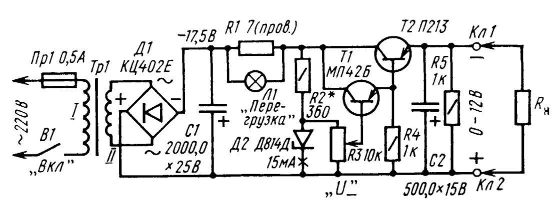
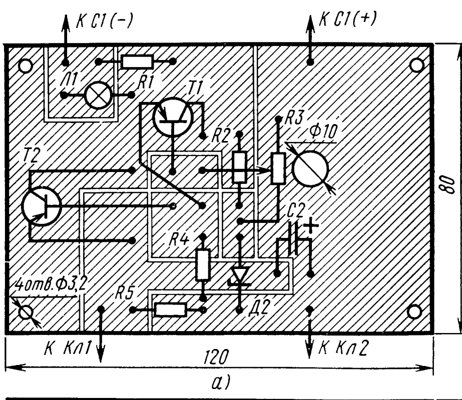


Рис. 42. Схема блока питания с компенсационным стабилизатором напряжения



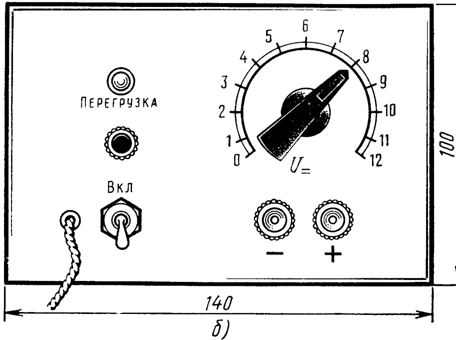


Рис. 43. Монтажная плата (*а*) и вид на лицевую панель (*б*) блока питания

требляемый ею ток течет через участок эмиттер—коллектор этого транзистора. Когда движок резистора *R3* находится в крайнем нижнем (по схеме) положении, напряжение на базе управляющего транзистора равно (или близко) нулю. В это время оба транзистора закрыты и напряжение на выход стабилизатора также равно (или близко) нулю. При перемещении движка резистора вверх (по схеме) напряжение смещения на базе управляющего транзистора постепенно увеличивается. Открываясь, управляющий транзистор все больше открывает и регулирующий транзистор, который позволяет нагрузке потреблять все больший ток.

Напряжение на выходных зажимах *Кл1* и *Кл2* стабилизатора будет примерно на 0,3—0,4 В меньше, чем на базе транзистора *Т1*. По мере увеличения тока, потребляемого нагрузкой, все больше увеличивается падение напряжения на лампе *Л1* и резисторе *R1*. Сопротивление резистора выбрано таким, чтобы при токе нагрузки 200—250 мА нить лампы начинала заметно на глаз накаливаться, а при токе более 500 мА нормально светиться. Яркое свечение лампы служит сигналом о перегрузке блока или коротком замыкании в цепях нагрузки.

Резистор *R5* нужен для того, чтобы и при отключенной нагрузке регулирующий транзистор работал как усилитель тока. Конденсатор *С2* дополнительно сглаживает пульсации выпрямленного напряжения и тем самым улучшает коэффициент пульсаций блока питания.

Трансформатор питания *Тр1*, выпрямительный блок *Д1* и конденсатор *С1* надо смонтировать на панели, которую можно укрепить в глубине фанерного или пластмассового корпуса с резиновыми ножками снизу. Детали стабилизатора напряжения можно смонтировать на плате размерами 120×80 мм (рис. 43,*а*), выполненной под печатный монтаж из фольгированного стеклотекстолита (токонесущие проводники и площадки созданы прорезями в фольге шириной около 1 мм). Монтажную плату с помощью четырех винтов с гайками и стоек высотой 25—30 мм, надетых на винты, крепят на пластмассовой панели, являющейся лицевой стенкой корпуса (рис. 43,*б*). На этой же панели монтируют выключатель питания *В1*, выходные зажимы *Кл1* и *Кл2*, плавкий предохранитель, сигнальную лампу *Л1*. На нее же наклеена и шкала переменного резистора *R3*, по которой устанавливают напряжение питания нагрузки.

Роль трансформатора питания в выпрямителе выполняет ТВК-110-Л-2. Можно использовать трансформатор питания телевизора «Юность-2», рассчитанный на напряжение сети 127 и 220 В, но с небольшой доработкой: не разбирая магнитопровод, удалить верхний слой вторичной обмотки, чтобы снизить переменное напряжение на ней до 12—13 В (иначе постоянное напряжение на фильтрующем конденсаторе *С1* может оказаться больше его номинального напряжения). Выпрямительный блок КЦ402Е можно заменить четырьмя диодами серий Д226, Д229, Д7, включив их по мостовой схеме.

Конденсаторы *С1* и *С2* — типа К50-6, постоянные резисторы — МЛТ, переменный резистор *R3* — СП или СПО с функциональной характеристикой вида А (чтобы шкала была равномерной). Выключатель питания — тумблер МТ-1. Резистор *R1* проволочный, на мощность рассеяния не менее 10 Вт. Используйте для него провод высокого удельного

сопротивления (манганиновый, нихромовый, константановый) толщиной 0,18—0,2 мм с любой изоляцией. Намотайте его на корпусе резистора МЛТ или ВС.

Сигнальная лампа *Л1* — коммутаторная КМ6-60 (6 В × 60 мА). Ее удлиненный цилиндрический баллон удерживается в отверстии в плате торцем к «глазку» на лицевой панели корпуса. Можно также использовать лампу МН6,3-0,26 или МН6,3-0,3. Однако предпочтительнее КМ6-60, торцевая часть баллона которой имеет форму собирательной линзы.

Стабилитрон Д814Д можно заменить на Д813 или другим маломощным с напряжением стабилизации, близким к 12 В, например Д814Г, Д811, Д818А.

Регулирующий транзистор *Т2* следует установить на теплоотводящем радиаторе, роль которого может выполнять отрезок дюралюминиевого уголка шириной стенок 300 мм, длиной 50 мм. Двумя винтами М3 крепите его непосредственно на монтажной плате, чтобы он имел контакт с площадкой фольги, с которой соединены коллекторы транзисторов и резистор *R2*.

При безошибочном монтаже и соединении стабилизатора с выпрямителем налаживание блока питания сводится только к подбору резистора *R2*. Его сопротивление должно быть таким, чтобы при отключенной нагрузке ток, текущий через стабилитрон, составлял 15—18 мА. При вращении ручки переменного резистора *R3* в направлении движения часовой стрелки напряжение на выходных зажимах блока должно плавно изменяться почти от 0 до напряжения стабилизации использованного стабилитрона. Если после такой проверки блока резистором *R3* установить наибольшее напряжение и кратковременно замкнуть накоротко выходные зажимы, сигнальная лампочка должна ярко загореться.

Пользуясь таким блоком питания, помните, что в режиме длительной перегрузки, а тем более при коротком замыкании выходной цепи, регулирующий транзистор и диоды выпрямителя могут перегреться и выйти из строя. Поэтому, увидев яркое свечение индикатора перегрузки, незамедлительно отключайте нагрузку и не подключайте вновь к блоку, пока не устраните неисправность.

Схема еще одного варианта сетевого блока питания показана на рис. 44. От предыдущего он отличается тремя характерными особенностями: имеет два фиксированных выходных напряжения — 12 и 9 В; нагрузка включается в кол-

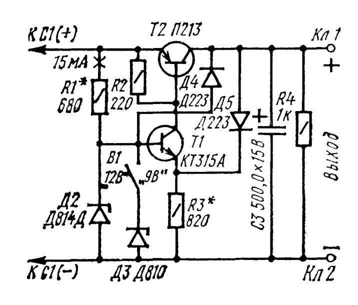


Рис. 44. Схема блока питания с двумя стабилизированными выходными напряжениями

лекторную цепь регулирующего транзистора; автоматическая защита от перегрузок и коротких замыканий осуществляется в выходной цепи. Сам же выпрямитель блока остается таким же, как в блоке предыдущего варианта.

В стабилизаторе напряжения работают транзисторы разной структуры: *Т1* — *n-p-n*, *Т2* — *p-n-p*. Последовательно соединенные резистор *R1* и стабилитрон *Д2* образуют параметрический стабилизатор, создающий на базе транзистора *Т1* (относительно минусового проводника) положительное напряжение, соответствующее напряжению стабилизации этого стабилитрона. Параллельно стабилитрону *Д2* переключателем *В2* можно подключить стабилитрон *Д3*. Тогда на базе транзистора будет напряжение, соответствующее напряжению стабилизации второго стабилитрона.

Пока ток нагрузки не превышает 250—300 мА, диод *Д5* открыт и образует с резистором *R3* делитель выходного напряжения, обусловливающего момент срабатывания защиты. Диод *Д4*, включенный между базой управляющего и коллектором регулирующего транзисторов, в это время закрыт и, имея большое сопротивление, никак не влияет на работу стабилизатора. При коротком замыкании или чрезмерно большом токе, потребляемом нагрузкой, диод *Д5*, анод которого теперь через малое сопротивление внешней цепи оказывается соединенным с минусовым проводником, закрывается. Диод же *Д4* в этот момент, наоборот, открывается и шунтирует собой стабилитрон и базовую цепь управляющего транзистора. При этом оба транзистора закрываются и тем самым ограничивают ток во внешней цепи до 20—30 мА.

Момент срабатывания системы защиты устанавливают подбором резистора *R3*:

чем больше его сопротивление, тем при меньшем токе во внешней цепи она срабатывает.

Регулирующий транзистор *Т2* (П213, П214, П217), как и в стабилизаторе первого варианта, должен быть с теплоотводящим радиатором. Транзистор КТ315 можно заменить кремниевым *n-p-n*-транзистором КТ301, КТ312, МП111—МП113 с коэффициентом передачи тока 40—50, а диоды Д223 — диодами Д20, Д206, Д226 с любым буквенным индексом.

Детали стабилизатора напряжения можно смонтировать на плате таких же размеров, как плата стабилизатора предыдущего блока питания, и также укрепить на лицевой панели корпуса.

Тщательно проверив монтаж и полярность соединения стабилизатора с выходом выпрямителя (конденсатором *С1*), к зажимам *Кл1* и *Кл2* подключите вольтметр постоянного тока (для контроля выходного напряжения) и последовательно соединенные проволочный резистор сопротивлением 400—500 Ом и миллиамперметр на ток 500 мА. Движок переменного резистора поставьте в положение наибольшего введенного сопротивления и включите блок в сеть. Вольтметр должен показывать напряжение, соответствующее включенному стабилитрону, а миллиамперметр — ток, не превышающий 30—40 мА. С уменьшением сопротивления переменного резистора ток во внешней цепи должен увеличиваться, а напряжение оставаться практически неизменным. При замыкании выводов переменного резистора должно резко уменьшиться выходное напряжение — почти до нуля — и ток через нагрузку до 20—30 мА.

После проверки подберите резистор *R3* такого сопротивления, чтобы система защиты срабатывала при токе нагрузки, равном 250—300 мА.

Монтируя и налаживая сетевые блоки питания, *не забывайте, что в первичных цепях их трансформаторов действует сравнительно высокое напряжение. Поэтому не касайтесь проводников этой цепи руками и любые изменения в монтаже делайте только после отключения блока от сети.*

Если корпус блока металлический, он не должен иметь электрического контакта с цепями выпрямителя и стабилизатора напряжения. Такой корпус желательно заземлять через укрепленный на нем дополнительный зажим.

ЗНАКОМСТВО С ИС

Из всего многообразия интегральных микросхем (ИС) радиолюбителю надо прежде всего познакомиться с так называемыми *аналоговыми микросхемами*, предназначаемыми для усиления, генерирования, преобразования электрических сигналов различных частот. Для начинающих радиолюбителей наибольший интерес представляют ИС серий К118, К122, К224, на базе которых можно строить разные по сложности усилители, приемники, электронные автоматы.

Внешний вид, символическое обозначение на схемах и нумерация выводов ИС К122УН1 (К1УС221) и К118УН1 (К1УС181) из серий К122 и К118 показаны на рис. 45; цифры в скобках соответствуют нумерации выводов ИС К118УН1. Эти ИС относятся к числу самых простых — микросхемам первой степени интеграции. Каждая из них

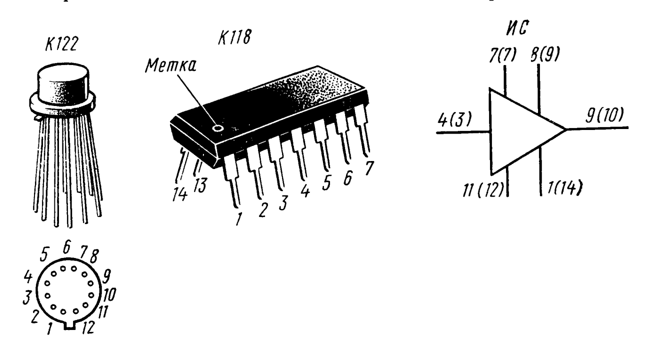


Рис. 45. Внешний вид и нумерация выводов аналоговых микросхем К122УН1 (К1УС221) и К118УН1 (К1УС181) из серий К118 и К122

представлят собой двухкаскадный усилитель с непосредственной (гальванической) связью между их транзисторами. Используемые в ИС транзисторы — кремниевые структуры *n-p-n*. Различаются микросхемы этих серий только конструктивным выполнением корпуса и напряжением питающего напряжения. Корпус микросхем серии К122 внешним видом напоминает обычный транзистор с двенадцатью проволочными выводами, корпус микросхем серии К118 пластмассовый прямоугольной формы с четырнадцатью пластинчатыми выводами. Микросхемы с буквенными индексами А и Б рассчитаны на питающее напряжение 6,3 В, а с буквенными индексами В, Г и Д — на напряжение 12,6 В. Коэффициент усиления микросхем, рассчитанных на напряжение источника питания 12,6 В, больше.

Первый пример практического применения микросхем этих серий — приемник 2-V-0, принципиальная схема которого приведена на рис. 46. Входной колебательный контур такого приемника, постоянно настроенный на одну из радиовещательных станций, прием которой возможен в данной местности, образуют катушка *L1* и конденсатор *C2*. Грубая настройка контура на несущую частоту этой станции осуществляется подбором емкости его конденсатора, а точная — изменением индуктивности катушки подстроечным сердечником. Конденсатор *C1* ослабляет влияние собственной емкости внешней антенны *Ан1*, роль которой выполняет отрезок провода длиной 1,5—2 м, на настройку контура.

Принятый ВЧ сигнал радиостанции через катушку связи *L2* и разделительный *C3* поступает на вход *ИС1* (вывод *4*). С выхода (вывод *9*) микросхемы сигнал ВЧ, усиленный ее двумя каскадами, поступает через конденсатор *C5* на вход детекторного каскада, диоды *Д1* и *Д2* которого включены по схеме умножения напряжения. Выделенный детектором сигнал НЧ преобразуется головными телефонами *Тф1* в звуковые колебания.

Источником питания *ИС1* служит батарея *Б1* напряжением 6 В, составленная из пяти дисковых аккумуляторов Д-0,1 или четырех гальванических элементов 322, 316. Ее положительный полюс соединен с *ИС1* через вывод *7*, а отрицательный — через выключатель питания *В1* и вывод *1*. Источником постоянного напряжения может быть и сетевой блок питания.

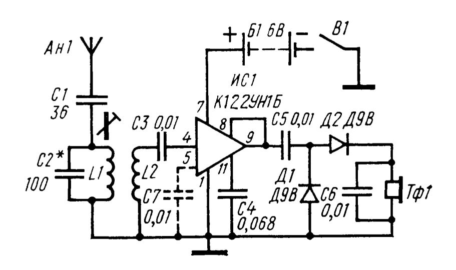


Рис. 46. Схема приемника 2-V-0 на микросхеме К122УН1Б

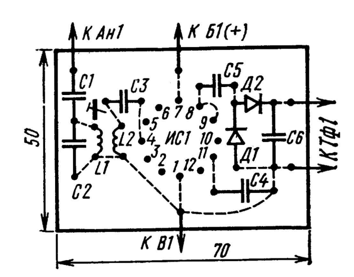
Конденсатор *C4*, включенный между отрицательным проводником цепи питания и выводом *11*, ослабляет ООС, уменьшающую коэффициент усиления *ИС1*. Дополнительно ослабить эту связь можно включением конденсатора *C7*, показанного на схеме штриховыми линиями.

Монтажная плата такого приемника и схема соединения деталей на ней показаны на рис. 47. Плату размерами 50×70 мм можно выпилить из листового стеклотекстолита, гетинакса (в крайнем случае — из хорошо просушенной фанеры, оргалита). В качестве опорных монтажных точек использованы пустотелые заклепки, развальцованные в отверстиях в плате. В дальнейшем плату вместе с микросхемой можно будет использовать для других конструкций.

Катушки *L1* и *L2* намотаны проводом ПЭВ-1 0,12—0,15 на унифицированном четырехсекционном каркасе с подстроечным сердечником диаметром 3 мм из феррита марки 600НН. Для приема радиостанций диапазона СВ контурная катушка *L1*, намотанная в трех секциях каркаса, должна содержать 160—170 витков, а катушка связи *L2*, намотанная в четвертой секции, 20—25 витков. Для диапазона ДВ катушки должны содержать соответственно 500—550 и 30—40 витков такого же провода.

Конденсаторы *C1* и *C2* — типа КТ, К10 или КСО; *C3—C6* — типа КЛС, МБ.

Если ошибки в монтаже нет, то налаживание приемника сводится только к настройке контура *L1C2* на частоту выбранной радиовещательной станции. На это время постоянный конденсатор *C2* можно заменить переменным с наибольшей емкостью 350—450 пФ и им настроить контур на станцию. По положению роторных пластин конденсатора переменной емкости нетрудно опреде-



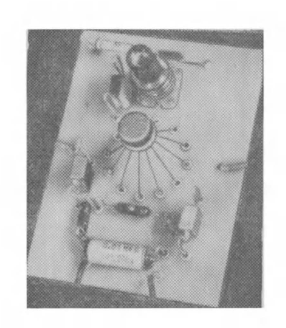


Рис. 47. Монтажная схема приемника

лить примерную емкость конденсатора, который надо включить в контур. Точной настройки контура добиваются подстроечным сердечником катушки по наиболее громкому приему этой станции.

Второй вариант применения микросхем этих серий — усилитель НЧ (рис. 48). Источником сигнала звуковой частоты, который надо усилить, может быть детекторный приемник, звукосниматель или только что описанный приемник, телефоны которого заменены резистором сопротивлением 4,5—10 кОм. Через конденсатор *С1* сигнал поступает на вход *ИС1* (вывод *4*), усиливается и телефонами *Тф1*, включенными непосредственно в коллекторную цепь второго транзистора микросхемы, преобразуется в звук.

Электролитические конденсаторы *С2* и *С4*, как и конденсаторы *С4* и *С7* усилителя ВЧ только что описанного приемника (см. рис. 46), устраняют в микросхеме ООС, снижающую ее коэффициент усиления. Конденсатор *С5*, образующий с резистором микросхемы развязывающий фильтр, включают в том случае, если усилитель склонен в возбуждению. При работе такого усилителя совместно с конструкцией первого варианта (получится приемник 2-V-2) в его входную цепь вместо головных телефонов можно включить абонентский громкоговоритель.

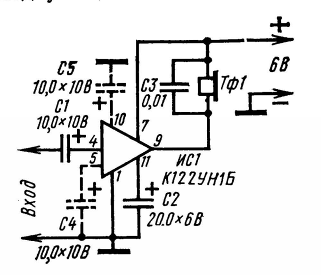


Рис. 48. Схема усилителя НЧ на микросхеме К122УН1Б

Третий вариант — рефлексный приемник на микросхеме К118УН1Б. В нем могут работать и аналогичные микросхемы серии К122, надо только соответственно им изменить монтаж.

Принципиальная схема такого приемника приведена на рис. 49. Сигнал радиостанции, на которую настроен контур *L1C1* магнитной антенны *Ан1*, поступает через катушку связи *L2* на вход (вывод *3*) *ИС1*. Нагрузка *ИС1* — катушка *L3* высокочастотного трансформатора. С катушки *L4* этого трансформатора сигнал ВЧ поступает на детектор, роль которого выполняет диод *Д1*. Выделенный детектором сигнал звуковой частоты подается через конденсатор *С8* и катушку *L2* на тот же вход микросхемы. Здесь микросхема выполняет еще и роль усилителя НЧ, нагрузкой которого является телефон *Тф1*, подключенный к выводу *12* через конденсатор *С6*. А чтобы в телефон не попадали колебания ВЧ, этот вывод микросхемы зашунтирован по ВЧ конденсатором *С4*.

Для сборки такого приемника, кроме микросхемы, понадобятся еще конденсаторы КЛС, К10-7 (*С4* и *С7*), электролитические конденсаторы К50-6 (*С2*, *С3*, *С5*, *С6*, *С8*), конденсатор переменной емкости КПК-2 (*С1*) или любой другой односекционный конденсатор. Резистор *R1* — МЛТ-0,25. Диод Д9Б можно заменить другим из серии Д9 с любым буквенным индексом. Телефон *Тф1* малогабаритный типа ТМ-2М или телефонный капсюль ДЭМ-4М.

Для магнитной антенны используйте стержень из феррита марки 400НН (или 600НН) диаметром 8 мм и длиной 60—100 мм. Для приема радиостанций СВ диапазона катушка *L1* должна содержать 65—75 витков провода ПЭВ-1 0,12—0,2, а катушка *L2* (ее наматывают

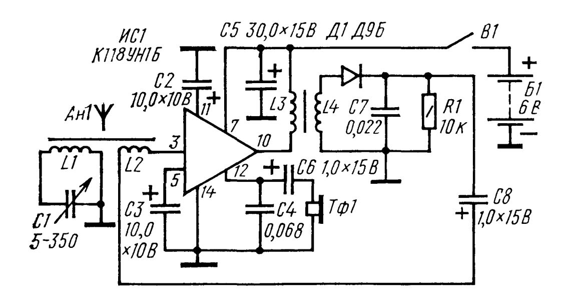


Рис. 49. Схема рефлексного приемника на микросхеме К118УН1Б

поверх катушки *L1*) — 4—6 витков такого же провода. Для приема радиостанций ДВ диапазона катушка *L1* должна содержать 200—220 витков, намотанных четырьмя-пятью секциями, а катушка *L2* — 8—10 витков, размещенных между секциями катушки *L1*. Провод ПЭВ-1 0,12—0,2.

Высокочастотный трансформатор наматывайте на кольцевом сердечнике из феррита марки 600НН. Наружный диаметр кольца 8 мм. Катушка *L3* содержит 80 витков, катушка *L4* — 70 витков. Провод ПЭВ-1 0,1—0,12.

Приемник питается от батареи *Б1* напряжением 6 В. Это могут быть, например, пять последовательно соединенных малогабаритных аккумуляторов Д-0,1, четыре элемента 316 или 332 или другой источник постоянного тока такого же напряжения. Потребляемый приемником ток не превышает 3 мА. Приемник работоспособен при снижении напряжения до 4,5 В.

Микросхему, высокочастотный трансформатор, детектор, постоянные конденсатор и резистор приемника можно смонтировать на плате размерами 60×30 мм. Внешний вид монтажной платы с деталями входной цепи, а также схема соединений деталей на плате показаны на рис. 50. Плата выполнена из фольгированного стеклолита. На ней токонесущие проводники и площадки образованы прорезями в фольге. В целом же конструкция приемника может быть произвольной.

Как правило, приемник начинает работать сразу после включения. Если он самовозбуждается, для устранения этого явления надо поменять местами включение выводов катушки *L2*, катушки *L3* трансформатора ВЧ или изменить расположение трансформатора относительно стержня магнитной антенны.

Более полное представление о возможном использовании микросхем первой степени интеграции в сравнительно простых любительских приемниках дает приемник, схема которого изображена на рис. 51. Это приемник прямого усиления, разработанный для начинающих радиолюбителей Н. Путятиным.

В усилителе ВЧ приемника работает *ИС1* К122УН1Б, в усилителе НЧ — *ИС2* К2УС245 и транзисторы МП35 (*Т1*) и МП39 (*Т2*) разной структуры. Микросхема К2УС245 представляет собой пятикаскадный предварительный усилитель напряжения НЧ, специально рассчитанный для совместной работы с двухтактным бестрансформаторным усилителем мощности.

По электрическим параметрам этот приемник аналогичен уже описанному приемнику на кремниевых транзисторах (см. рис. 34).

Входной настраиваемый контур магнитной антенны *Ан1* этого приемника образуют катушка *L1* и конденсатор переменной емкости *С1*. Принятый и выделенный им ВЧ сигнал радиостанции через катушку *L2* и конденсатор связи *С2* поступает на вход (вывод *4*) микросхемы *ИС1*, работающей как двухкаскадный усилитель ВЧ. С выхода микросхемы (соединенные вместе выводы *8* и *9*) усиленный ВЧ сигнал подается через конденсатор *С6* на вход детекторного каскада, выполненного на диодах *Д1* и *Д2*, включенных по схеме умножения выходного напряжения. Высокочастотная составляющая продетектированного сигнала отфильтровывается ячейкой *С7R2С8*, а низкочастотная выделяется на резисторе *R3*. С движка этого резистора, являющегося нагрузкой детектора и одновременно регулятором громкости, НЧ сигнал поступает через конденсатор *С9* на вход (вывод *2*) мик-

Рис. 50. Конструкция и монтажная плата рефлексного приемника

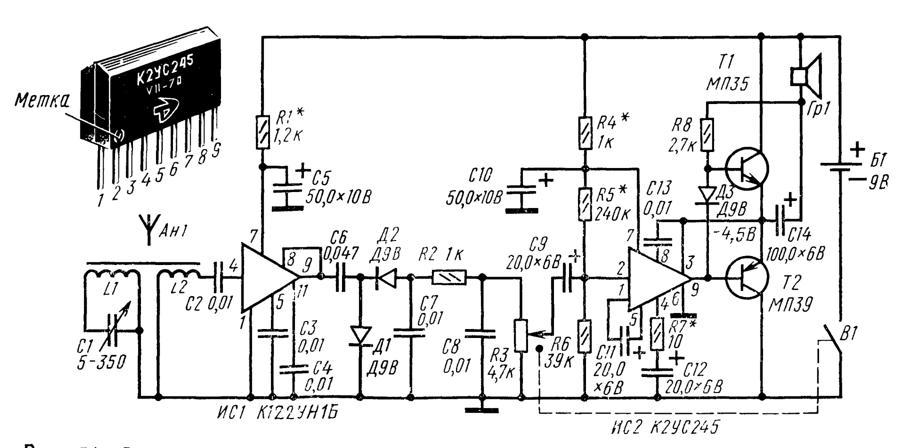


Рис. 51. Схема приемника прямого усиления с использованием в нем микросхем первой степени интеграции

росхемы *ИС2*. Конденсатор *С11*, соединяющий выводы *1* и *5*, является конденсатором связи между транзисторами первого и последующих каскадов этой микросхемы.

С выхода (вывод *3*) *ИС2* сигнал НЧ подается непосредственно на базы транзисторов *Т1* и *Т2* двухтактного усилителя мощности. Транзистор *Т1* структуры *n-p-n* усиливает положительные полуволны, а транзистор *Т2* структуры *p-n-p* — отрицательные полуволны сигнала НЧ. Усиленные по мощности колебания НЧ поступают через конденсатор *С14* к динамической головке *Гр1* и преобразуются ею в звуковые колебания.

Диод *Д3* устраняет искажения типа «ступенька», особо воспринимаемые на слух при слабых НЧ сигналах.

Источником питания приемника служит батарея *Б1* напряжением 9 В. Это могут быть аккумуляторная батарея 7Д-01, «Крона» или две батареи 3336Л, соединенные последовательно. Напряжение на транзисторы *ИС1* (вывод *7*) подается через резистор *R1*, образующий с конденсатором *С5* развязывающий фильтр. Конденсаторы *С3* и *С4* ослабляют внутреннюю ООС микросхемы, снижающую ее коэффициент усиления.

Напряжение смещения на базу транзистора первого каскада *ИС2* подается с делителя *R5*, *R6*, на коллекторы транзисторов этого и последующих каскадов — через резистор *R4* и вывод *7*. Через вывод *3* на *ИС2* подается напряжение ООС по постоянному и переменному току, снимаемое с точки симметрии выходного каскада. Глубина ООС по переменному току зависит от емкости конденсатора *С13* и номиналов цепи *R7*, *С12*.

Внешний вид возможной конструкции такого приемника, его монтажная плата и схема соединения деталей показаны на рис. 52. Приемник, рассчитанный на питание от аккумуляторной батареи 7Д-0,1 (или батареи «Крона»), смонтирован в готовом пластмассовом корпусе с внутренними размерами 109×67×30 мм. Динамическая головка *Гр1* типа 0,1ГД-12 (можно 0,1ГД-6, 0,15ГД-1 и другие подобные головки) прикреплена непосредственно к лицевой стенке корпуса металлическими уголками. К длинной боковой стенке корпуса приклеены стойки-держатели стержня магнитной антенны, выпиленные из органического стекла толщиной 5 мм. На этой же стенке находится и конденсатор переменной емкости *С1*. На его ось насажен пластмассовый диск настройки диаметром 27 мм. Справа от динамической головки и магнитной антенны размещают батарею питания.

Остальные детали смонтированы на плате, выпиленной из листового гетинакса (стеклотекстолита, текстолита), которую через отверстие в ней винтом крепят в корпусе на приклеенной стойке с резьбовым отверстием *М3*. Перед монтажом микросхем их выводы формируют (изгибают) так, чтобы они без перекосов входили в отверстия пустотелых заклепок, развальцованных в отверстиях в плате. Соединения между деталями делают монтажным проводом в полихлорвиниловой изоляции снизу платы.

Для магнитной антенны использован стержень из феррита марки 600НН диаметром 8 и длиной 80 мм. Катушки *L1* и *L2* намотаны на отдельных цилиндрических каркасах, склеенных из плотной бумаги, которые можно с небольшим трением перемещать по стержню. Для приема радиостанций диапазона СВ контурная катушка *L1* должна содержать 160—170 витков провода ПЭВ-1 0,15, намотанных внавал пятью секциями, а катушка связи *L2* — 8—10 витков такого же провода, намотанных одним слоем, виток к витку. Для диапазона ДВ катушки должны содержать соответственно 210—250 и 12—15 витков такого же провода. Секционированная намотка контурной катушки уменьшает ее собственную емкость, что при том же конденсаторе настройки несколько расширяет диапазон частот, перекрываемый контуром.

Статический коэффициент передачи тока транзисторов должен быть не менее 30—40, причем транзистор МП35 можно заменить на МП37, МП38 или КТ315А, а транзистор МП39 — на МП40—МП42 или КТ361А. Диоды *Д1—Д3* любые из серий Д9, Д2. Переменный резистор *R3*, объединенный с выключателем питания *В1*, типа СП3-3б, постоянные резисторы — МЛТ. Все электролитические конденсаторы типа К50-6, остальные конденсаторы постоянной емкости КЛС, КМ.

Налаживание приемника начинают с проверки и, если надо, подгонки режимов работы микросхем и транзисторов. Сначала, включив питание, вольтметром постоянного тока с относительным входным сопротивлением не менее 5 кОм/В измеряют напряжения на выводах *7* обеих микросхем. Оно должно составлять 5,8—6,3 В. Такие напряжения в этих цепях питания микросхем устанавливают подбором резисторов *R1* и *R4*. Напряжение на эмиттерах

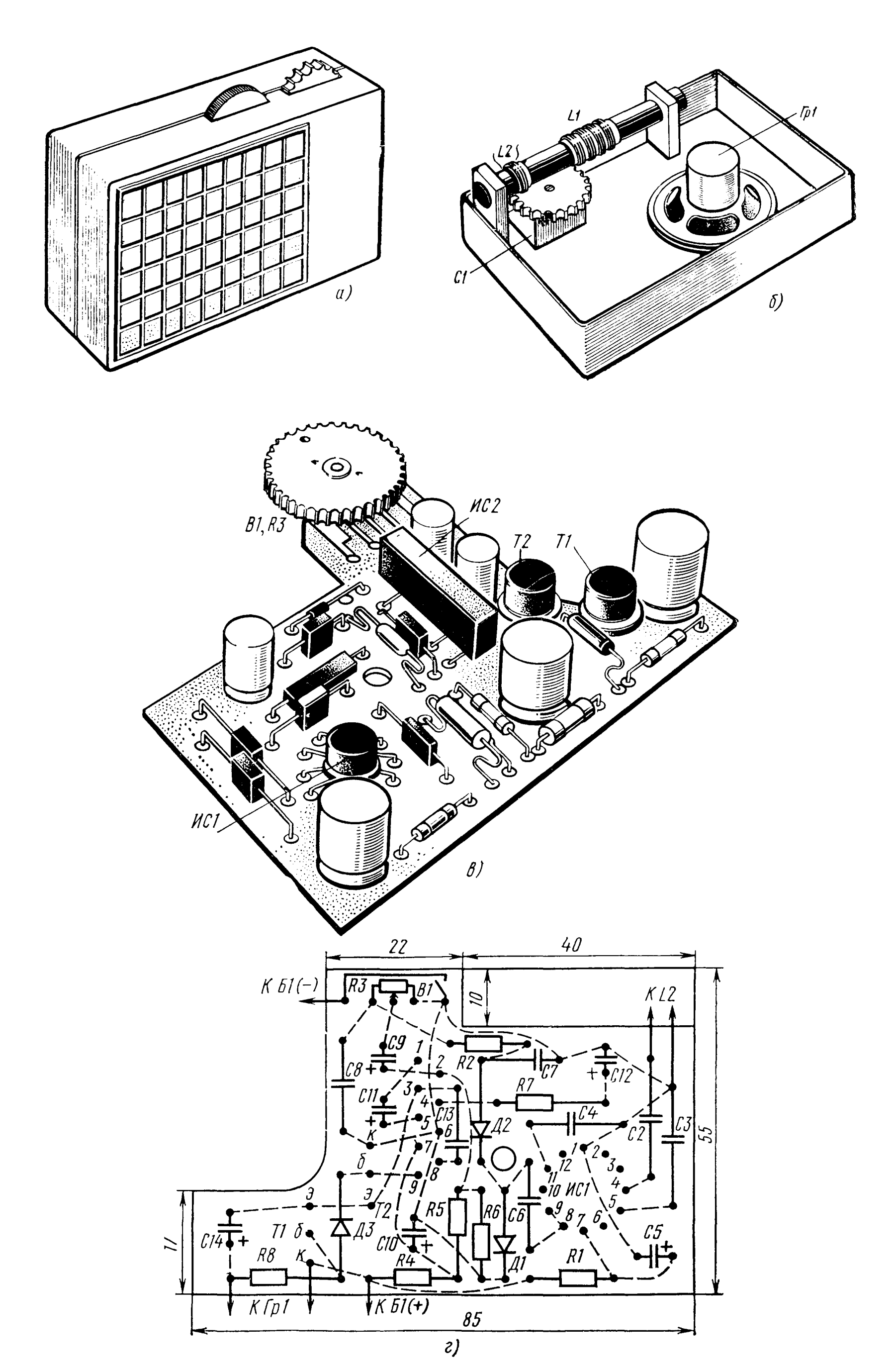


Рис. 52. Внешний вид (*а*), конструкция (*б*), монтажная плата (*в*) и схема соединения деталей (*г*) приемника

транзисторов *Т1* и *Т2* выходного каскада, равное половине напряжения источника питания (4,5 В), устанавливают подбором резистора *R5*. При использовании в выходном каскаде кремниевых транзисторов КТ315 и КТ361 (вместо германиевых МП35 и МП39) последовательно с диодом *Д3* надо включить резистор такого номинала, чтобы падение напряжения на нем, т. е. между базами транзисторов, было 1,4—1,6 В.

Качество работы усилителя НЧ приемника можно проверить по воспроизведению грамзаписи, подключив звукосниматель электропроигрывающего устройства (ЭПУ) параллельно переменному резистору *R3*.

После этого переходят к налаживанию входной цепи приемника. Для контроля настройки используют в качестве образцового радиовещательный приемник с градуированной шкалой. Сначала, отодвинув катушку связи *L2* возможно дальше от контурной катушки *L1*, настраивают приемник конденсатором *С1* на радиостанцию наиболее длинноволнового участка диапазона (в диапазоне СВ, например, на радиостанцию «Маяк», работающую на волне 547 м). При этом емкость конденсатора *С1* должна быть близкой к максимальной. Чтобы увеличить индуктивность контурной катушки и тем самым настроить приемник на более длинноволновую станцию, катушку надо переместить к середине ферритового стержня. Если при точной настройке на наиболее длинноволновую станцию, прием которой возможен в данной местности, емкость конденсатора не наибольшая, контурную катушку перемещают к концу стержня или уменьшают число ее витков. При этом несколько расширяется коротковолновый участок диапазона.

Затем приемник настраивают на какую-либо удаленную или слабо слышимую станцию и перемещением катушки связи по ферритовому стержню добиваются наиболее громкого и неискаженного приема сигналов этой станции. Для устранения самовозбуждения, которое при этом может возникнуть, меняют местами выводы катушки связи. Если приемник все же возбуждается, то несколько увеличивают емкость конденсаторов *С7*, *С8*. Чтобы предотвратить возбуждение приемника при частично разрядившейся батарее, когда ее сопротивление переменному току увеличивается, между плюсовым и «заземленным» проводниками цепей питания (после выключателя *В1*) полезно включить электролитический конденсатор емкостью

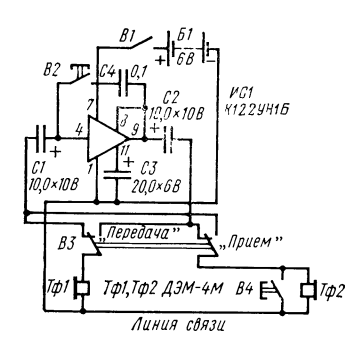


Рис. 53. Схема переговорного устройства с односторонним вызовом

50—100 мкФ на номинальное напряжение 10 В.

И еще о двух устройствах с использованием микросхем серий К122 и К118.

На рис. 53 показана схема переговорного устройства с односторонним вызовом. В нем микросхема К122УН1Б (или К118УН1Б) работает как усилитель и генератор колебаний звуковой частоты. Двухпозиционным переключателем *В3*, например тумблером ТП1-2 или МТ3, ко входу микросхемы (через конденсатор *С1*) можно подключить телефонный капсюль *Тф1* (типа ДЭМ-4М) или *Тф2*, а к выходу (через конденсатор *С2*), наоборот, капсюль *Тф2* или *Тф1*. Когда ко входу подключен телефонный капсюль *Тф1*, то он работает как микрофон. Создаваемые им колебания звуковой частоты усиливаются, через двухпроводную линию связи, подключенную в это время к выходу микросхемы, поступают к капсюлю *Тф2* и преобразуются им в звук. При другом положении контактов переключателя *В3*, наоборот, капсюль *Тф2* работает как микрофон, а капсюль *Тф1* — как телефон.

Чтобы абонента, находящегося на другом конце линии связи, вызвать для разговора, надо тумблером *В1* вклю-

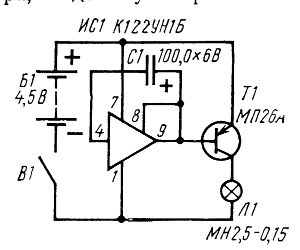


Рис. 54. Схема генератора световых импульсов

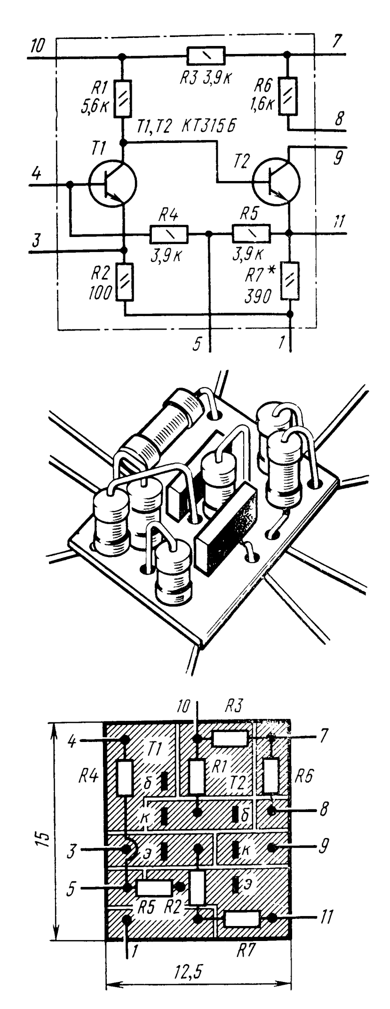


Рис. 55. Схема и конструкция аналога микросхем К118УН1 и К122УН1

чить питание, переключатель *В3* установить в положение «Передача» и нажать на кнопку *В2*. Включившийся при этом конденсатор *С4* создает между выходом и входом микросхемы сильную положительную обратную связь (ПОС), благодаря которой усилитель самовозбудится и в обоих телефонных капсюлях появится прерывистый звук — сигнал вызова. Услышав его, абонент должен кратковременно нажать на свою кнопку *В4*, чтобы замкнуть выход усилителя и тем самым сорвать генерацию. Прекращение прерывистого звука означает готовность вести разговор. Отпустив кнопку *В2*, оператор пункта связи передает, а абонент принимает сообщение. Закончив передачу, оператор переводит переключатель *В3* в положение «Прием». Теперь абонент говорит, а оператор слушает ответную информацию.

Так с помощью одной микросхемы, используя ее как усилитель и генератор НЧ, можно установить двустороннюю телефонную связь. Конструкция переговорного устройства может быть любой.

Второе устройство — генератор световых импульсов (рис. 54), который можно использовать, например, для макета маяка. Усилитель микросхемы *ИС1* превращается здесь в генератор при включении между выходом и входом конденсатора *С1* большой емкости.

Генерируемые электрические колебания подаются на базу транзистора *Т1*, работающего как электронный ключ (в режиме переключения). При увеличении отрицательного напряжения на базе до 0,2—0,3 В транзистор открывается, его коллекторный ток резко увеличивается и лампочка *Л1*, включенная в эту цепь, загорается. При уменьшении отрицательного напряжения на базе почти до нуля транзистор закрывается и лампочка гаснет.

Частота следования световых импульсов зависит в основном от напряжения источника питания и емкости конденсатора *С1*. При напряжении источника 4,5 В (батарея 3336Л) и конденсаторе емкостью 100 мкФ лампочка МН2,5-0,15 (2,5 В × 0,15 А) вспыхивает 45—50 раз в минуту. С конденсатором емкостью 200 мкФ частота световых импульсов уменьшится примерно вдвое.

Конструкция генератора световых импульсов произвольная. Транзистор МП26А (или МП20, МП21, МП25 с любым буквенным индексом) можно заменить на МП42. Но в этом случае лампочка *Л1* должна быть МН2,5-0,68, иначе транзистор будет перегреваться и может произойти тепловой пробой его *р-п*-переходов.

Таковы лишь некоторые примеры возможного применения микросхем серий К122 и К118.

А если в кружке не окажется таких ИС? В таком случае для экспериментов можно использовать их самодельный аналог, который, к тому же, поможет разобраться в «начинке» такого электронного микроблока.

Принципиальная схема и конструкция аналога ИС серий К122 и К118 показа-

ны на рис. 55. Нумерация выводов соответствует микросхеме серии К122. Транзисторы должны быть кремниевыми структуры *n-p-n*, например, серий КТ315, КТ301, КТ312 со статическим коэффициентом передачи тока 70—80. Резисторы МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125. Плата размерами 12,5×15 мм выполнена под печатный монтаж из фольгированного стеклотекстолита.

Подбором резистора *R7* аналог микросхемы можно приспособить для работы от источников постоянного тока напряжением 4,5, 6, 9 и 12 В. Для этого надо включить между выводами *8* и *9* миллиамперметр и подбором резистора *R7* устанавливать в коллекторной цепи второго транзистора ток, соответствующий напряжению, на которое аналог рассчитывается. Для напряжения 12 В он должен составлять 3—4 мА, для напряжения 9 В — 2,5—3 мА, для 6 В — 1,25—1,5 мА, для 4,5 В около 1 мА. Вполне понятно, что коэффициент усиления аналога, питаемого более низким напряжением, будет меньше.

В ИС К122УН1 или К118УН1 всего девять элементов: два транзистора и семь резисторов. Это микросхемы первой степени интеграции, наиболее простые. В современной же радиоаппаратуре чаще используются микросхемы второй степени интеграции, содержащие от 11 до 100 транзисторов, диодов, резисторов и других элементов, а также микросхемы третьей степени интеграции — с числом активных и пассивных элементов от 100 до 1000. Разобраться в схемах и принципе действия таких электронных изделий уже не представляется возможным. Поэтому в справочной литературе по ИС приводятся только их графические изображения на схемах и основные параметры. Уметь читать, осмысливать и практически пользоваться этими данными — одна из творческих задач, стоящих перед современным радиолюбителем.

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМНИК

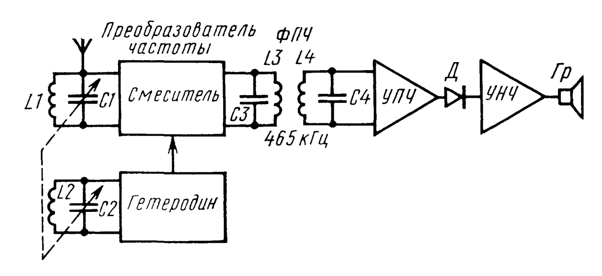
Транзисторные радиоприемники, о которых шел разговор в предыдущих параграфах книги, будь-то совсем простые или более сложные, были приемниками прямого усиления. Именно с приемников такого типа обычно начинается практическое знакомство с радиотехникой. Затем наступает следующий, более сложный этап радиолюбительского творчества — изучение и конструирование супергетеродинного приемника, обладающего значительно лучшими, чем приемник прямого усиления, селективностью и чувствительностью. Тема «Супергетеродинный радиоприем» может быть включена в программу радиотехнического кружка.

Чем принципиально отличается супергетеродин от приемника прямого усиления? В основном — методом усиления модулированных колебаний высокой частоты. В приемнике прямого усиления принятый ВЧ сигнал усиливается без какого-либо изменения его несущей частоты. В супергетеродине же принятый сигнал преобразуется в колебания более низкой, так называемой промежуточной частоты (ПЧ), на которой и происходит основное усиление принятого сигнала. Что же касается детектирования, усиления колебаний низкой частоты и преобразования их в звуковые колебания, то эти процессы в приемниках обоих типов происходят принципиально одинаково.

Знакомство с супергетеродином начнем со структурной схемы, показанной на рис. 56. Здесь изображены и графики, иллюстрирующие электрические процессы в цепях супергетеродина.

Входной контур *L1C1* супергетеродина такой же, как в приемнике прямого усиления. С него входной сигнал радиостанции $U_{вх}$ поступает в смеситель. Сюда же, в смеситель, подается еще сигнал гетеродина $U_{гет}$ — местного маломощного генератора колебаний высокой частоты. В смесителе входной сигнал и сигнал гетеродина, смешиваясь, преобразуются в колебания промежуточной частоты $U_{п.ч}$, равной обычно разности частот гетеродина и входного сигнала, которые усиливаются и детектируются. В большинстве случаев промежуточная частота радиовещательных приемников равна 465 кГц. Колебания низкой частоты $U_{н.ч}$, выделенные детектором *Д* из колебаний промежуточной частоты, тоже усиливаются и преобразуются динамической головкой *Гр* в звуковые колебания.

Смеситель и гетеродин выполняют функцию преобразователя частоты, поэтому эти узлы супергетеродина называют преобразователем частоты. В данном случае это преобразователь с от-



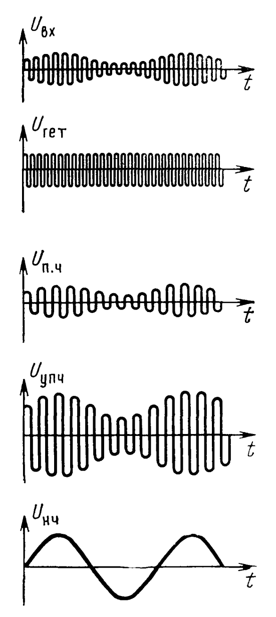


Рис. 56. Структурная схема супергетеродина и графики, поясняющие принцип его работы

дельным гетеродином. В выходную цепь преобразователя частоты и входную цепь усилителя ПЧ включены колебательные контуры *L3C3* и *L4C4*, настроенные на частоту 465 кГц. Они образуют фильтр ПЧ (ФПЧ), выделяющий колебания промежуточной частоты и отфильтровывающий колебания частот входного сигнала, гетеродина и их различных комбинаций.

Если промежуточная частота конструируемого супергетеродина 465 кГц, то при настройке на любую радиовещательную станцию частота его гетеродина должна превышать частоту входного сигнала на 465 кГц, т. е. на значение промежуточной частоты. Так, например, при настройке приемника на радиостанцию, несущая частота которой 200 кГц (длина волны 1500 м), частота гетеродина должна быть 665 кГц (665—200 = =465 кГц); для приема радиостанции, частота которой 1 МГц (длина волны 300 м), частота гетеродина должна быть 1465 кГц (1465 кГц — 1 МГц = =465 кГц) и т. д. Чтобы получить постоянную промежуточную частоту при настройке приемника на радиоволну любой длины, нужно, чтобы диапазон частот гетеродина был сдвинут по отношению к диапазону, перекрываемому входным контуром, на частоту, равную промежуточной. Достигается это соответствующим подбором индуктивности катушек входного и гетеродинного контуров, использованием для одновременной настройки обоих контуров сдвоенного блока конденсаторов переменной емкости (на структурной схеме *C1* и *C2*), включением в контуры дополнительных сопрягающих конденсаторов.

Преобразователь частоты наиболее простого любительского супергетеродина имеет обычно не отдельный гетеродин, а совмещенный со смесителем. Транзистор такого преобразователя частоты выполняет одновременно роль смесителя и гетеродина. Кроме того, такие приемники делают однодиапазонными, что упрощает их входные и гетеродинные контуры.

Принципиальная схема высокочастотного тракта и детектора такого супергетеродина приведена на рис. 57. Его низкочастотным трактом может быть такой же усилитель НЧ, как и у приемника прямого усиления, поэтому на схеме он не показан.

Входной колебательный контур магнитной антенны *Ан1* образуют катушка *L1*, конденсатор переменной емкости *C3* и подстроечный конденсатор *C2*. Высокочастотный сигнал радиостанции, на волну которой он настроен, через катушку связи *L2* и конденсатор *C4* подается на базу транзистора *T1*. Как видите, эта часть супергетеродина прак-

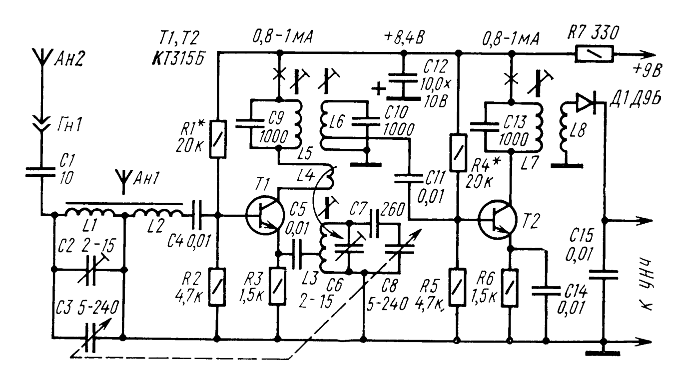


Рис. 57. Схема высокочастотной части и детектора супергетеродина

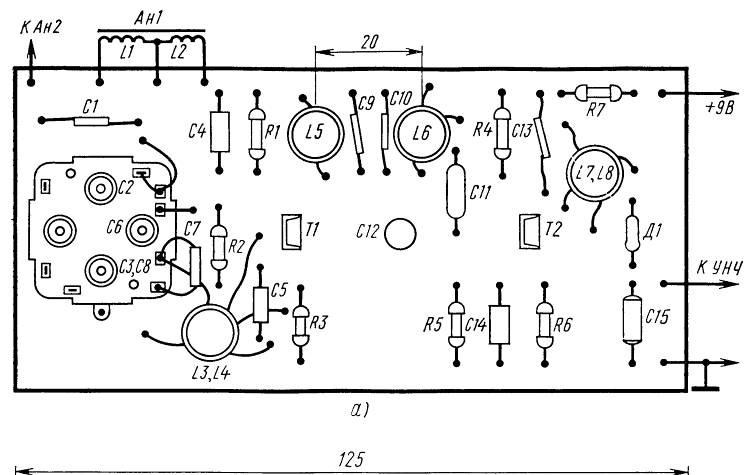
тически ничем не отличается от входной цепи приемника прямого усиления.

Каскад на транзисторе *T1* — преобразователь частоты, на транзисторе *T2* — усилитель ПЧ. В детекторном каскаде работает диод *Д1*. Нагрузкой детектора служит входной резистор (например, резистор *R1* на рис. 27) того усилителя НЧ, совместно с которым будет работать высокочастотный тракт супергетеродина. Преобразователь частоты совмещает в себе смеситель и гетеродин. Колебательный контур гетеродина образуют катушка *L3* и конденсаторы *C6*—*C8*. По переменному току он через конденсатор *C5* включен в эмиттерную цепь транзистора *T1*. Через катушку обратной связи *L4* гетеродинный контур индуктивно связан с коллекторной цепью транзистора, благодаря чему в нем возникают колебания, частоту которых можно изменять конденсатором переменной емкости *C8*. С части контура (отвод катушки *L3*) высокочастотное напряжение гетеродина через конденсатор *C5* подается на эмиттер транзистора и воздействует на ток, протекающий через его участок эмиттер—коллектор. Одновременно на базу транзистора *T1* с катушки связи *L2* подается и сигнал принятой радиостанции. В транзисторе происходит смешение частот гетеродина и принятого сигнала, в результате чего в его коллекторной цепи возникают колебания разных частот, в том числе и колебания с промежуточной частотой 465 кГц. Контур же *L5C9*, включенный в эту цепь, настроен на частоту 465 кГц. Поэтому он выделяет в основном колебания промежуточной частоты и отсеивает колебания других частот.

С контуром *L5C9* индуктивно связан контур *L6C10*, также настроенный на промежуточную частоту. Напряжение этой частоты, снимаемое с части витков катушки *L6*, через конденсатор *C11* подается на базу транзистора *T2* усилителя ПЧ. Контур *L7C13* в коллекторной цепи этого транзистора настроен на частоту 465 кГц и, следовательно, как и контуры *L5C9* и *L6C10*, выделяет в основном только колебания промежуточной частоты. Через катушку связи *L8* усиленные колебания ПЧ поступают на диод *Д1* и детектируются им. Конденсатор *C15* отфильтровывает высокочастотную составляющую низкочастотного сигнала, подаваемого на вход усилителя НЧ.

Конденсаторы *C6*, *C7* гетеродинного контура и конденсатор *C2* входного контура — элементы сопряжения настроек контуров: конденсатором *C7* «смещают» диапазон частот гетеродина относительно диапазона входного контура на 465 кГц, а подстроечными конденсаторами *C6* и *C2* согласуют начальные емкости контуров. Делители *R1*, *R2* и *R4*, *R5* определяют режимы работы транзисторов по постоянному току. Предполагается, что высокочастотная часть супергетеродина и усилитель НЧ будут питаться от одного общего источника. При этом резистор *R7* и конденсатор *C12* образуют ячейку развязывающего фильтра, предотвращающего паразитную связь между ними через общий источник питания.

К входному контуру магнитной антенны через конденсатор *C1* небольшой емкости можно подключить внешнюю антенну, например комнатную, что



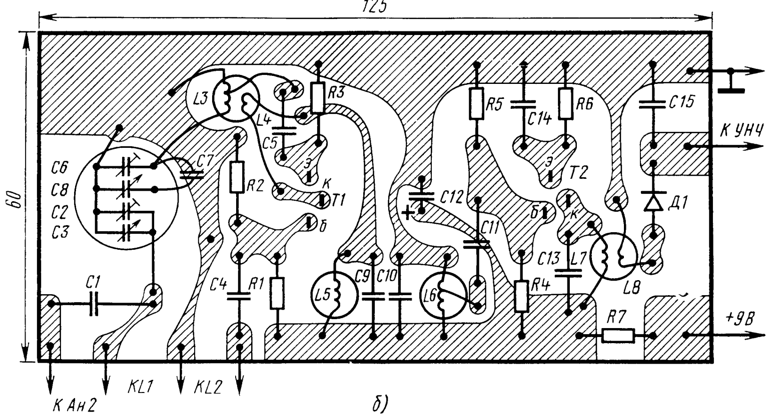


Рис. 58. Размещение (*а*) и соединения деталей (*б*) высокочастотной части супергетеродина на монтажной плате

улучшит прием отдаленных радиовещательных станций.

Конструкция и детали. Этот блок супергетеродина можно смонтировать на самостоятельной плате и после налаживания соединить ее с платой усилителя НЧ.

Возможный вариант размещения деталей блока на плате и схема соединений на ней показаны на рис. 58. Печатная плата размерами 125×60 мм выполнена из фольгированного стеклотекстолита (или гетинакса) толщиной 1,5—2 мм. Монтаж может быть навесным, но размещение деталей на плате, показанное на рис. 58,*а*, надо сохранить.

Конденсаторы переменной емкости *С3*, *С8* и подстроечные конденсаторы *С2*, *С5* — блок КПЕ-5 или КПЕ-8 (из четырех подстроечных конденсаторов, находящихся на корпусе, используются два). Такие КПЕ устанавливают во многих промышленных малогабаритных супергетеродинах IV класса. Сопрягающий конденсатор *С7* гетеродинного контура припаян непосредственно к выводам конденсаторов *С6* и *С8*.

Все катушки приемника самодельные (рис. 59). Высокочастотными сердечниками катушек *L3*, *L5—L7* служат отрезки круглого ферритового стержня марки 400НН или 600НН диаметром 8—10 и длиной 20 мм. Чтобы от длинного ферритового стержня отломить отрезок нужной длины, надо по окружности стержня сделать ребром образив-

ного бруска неглубокую канавку, затем длинную часть стержня, обмотав ее бумагой в несколько слоев, зажать в тиски и через дощечку резким ударом молотка отломить короткую часть. Отрезки стержня туго вставляют в отверстия в плате и дополнительно приклеивают к плате клеем «Феникс» или «БФ-2».

Все катушки намотаны проводом ПЭВ-1 0,12 на бумажных гильзах, которые с небольшим трением можно перемещать по сердечникам. Контурные катушки *L3*, *L5*—*L7* содержат по 62—65 витков. Отвод в катушке *L3* сделан от 8-го витка, считая от нижего (по схеме) вывода, в катушке *L6* — от 12-го витка. Катушка обратной связи *L4*, содержащая 12—15 витков, намотана поверх гетеродинной катушки *L3*, а катушка связи *L8*, содержащая 45—50 витков,— поверх катушки *L7*. Чтобы витки катушек не спадали, их выводы надо закрепить на гильзах колечками, отрезанными от резиновой или поливинилхлоридной трубки.

Индуктивность катушек такой конструкции зависит от положения их на сердечниках: чем ближе к середине сердечников они находятся, тем больше их индуктивность и, наоборот, по мере перемещения катушек к концу сердечников их индуктивность уменьшается. Это их свойство и используется для подгонки индуктивности во время настройки контуров приемника на соответствующие частоты.

Конструкция и данные катушек *L1* и *L2* магнитной антенны такие же, как и у приемника прямого усиления (см. с. 39). Если супергетеродин рассчитывают на прием радиостанций ДВ диапазона, гетеродинная катушка *L3* должна содержать 200—210 витков с отводом от 10—12-го витка, катушка обратной связи *L4* — примерно 20 витков, а емкость конденсатора *С7* — 120—130 пФ.

Статический коэффициент передачи тока транзисторов должен быть не менее 50. Причем вместо транзисторов КТ315 можно использовать аналогичные им кремниевые транзисторы структуры *п-р-п*, например, серий КТ301, КТ312. Диод *Д1* — любой из серий Д9 или Д2.

Данные остальных деталей указаны на принципиальной схеме.

Налаживание этого блока следует начинать с установки токов покоя транзисторов. Рекомендуемый ток транзистора *Т1* устанавливайте подбором резистора *R1*, транзистора *Т2* — подбором резистора *R4*. Измеряя коллекторные

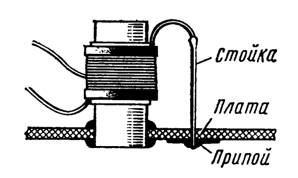


Рис. 59. Конструкция катушек индуктивности супергетеродина

токи, точку соединения миллиамперметра с контурами фильтров ПЧ полезно «заземлить» через конденсатор емкостью 0,01—0,05 мкФ, чтобы зашунтировать миллиамперметр по переменному току и тем самым избежать ошибок в результатах измерений.

Затем проверьте, генерирует ли гетеродин. Для этого включите в коллекторную цепь транзистора *Т1* миллиамперметр и замкните накоротко отверткой гетеродинную катушку *L3*. Если при этом коллекторный ток уменьшится на 0,1—0,2 мА, то гетеродин работает. Если же ток не изменится (что является признаком отсутствия генерации), то поменяйте местами выводы катушки обратной связи *L4* и снова проверьте, генерирует ли гетеродин.

Проверить работу гетеродина полезно при разных положениях ротора конденсаторов настройки. Если в каких-то его положениях генерация срывается, это укажет на необходимость увеличения числа витков катушки *L4* на 3—4.

Далее начинается наиболее ответственная и кропотливая работа — настройка фильтров ПЧ и сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров преобразователя. Приниматься за нее лучше в вечернее время, когда условия прохождения средних волн лучше, чем днем. На это время к выходу блока (параллельно конденсатору *С15*) вместо усилителя НЧ подключите высокоомные головные телефоны. Катушки гетеродина и фильтров ПЧ установите между серединой и верхним концом сердечников, роторы подстроечных конденсаторов *С2* и *С6* поставьте в положение, соответствующее средней емкости и, медленно поворачивая ось ротора блока конденсаторов переменной емкости и магнитную антенну, попытайтесь настроить приемник на какую-либо радиовещательную станцию. Одновременно можете изменять и индуктивность гетеродинной катушки *L3* перемещением по сердечнику.

Если не удастся принять станцию на магнитную антенну, то подключите внешнюю антенну. Настроив приемник на любую станцию, перемещением по сердечнику вначале катушки *L7*, а затем катушек *L6* и *L5* фильтров ПЧ добейтесь максимальной громкости приема сигналов этой станции. Настройку фильтров ПЧ повторите в той же последовательности еще 2—3 раза, пока малейшее смещение катушек на сердечниках не будет заметно снижать громкость приема той же станции.

После настройки контуров ПЧ переходите к установке границ диапазона волн, перекрываемого приемником, и сопряжению входного и гетеродинного контуров. Делайте это в таком порядке. Конденсаторы *С3* и *С8* блока КПЕ установите в положение, близкое к максимальной емкости. Затем медленно перемещайте гетеродинную катушку *L3* вдоль сердечника до тех пор, пока не будет принят сигнал радиостанции наиболее длинноволнового участка диапазона. Далее, не изменяя положения этой катушки и емкости конденсаторов блока КПЕ, только перемещением катушки *L1* контура магнитной антенны по ферритовому стержню добейтесь наиболее громкого приема той же станции.

После этого перестройте приемник на одну из радиостанций наиболее коротковолнового диапазона (емкость конденсаторов *С3* и *С8* близка к наименьшей) и добейтесь наибольшей громкости приема этой станции изменением емкости только подстроечного конденсатора *С2*. Если точной настройки, соответствующей наибольшей громкости звука в телефонах, не получается даже при максимальной емкости этого конденсатора, тогда надо будет уменьшить емкость конденсатора *С6* гетеродинного контура, подстроить приемник на волну той же станции и снова добиться наибольшей громкости изменением емкости подстроечного конденсатора *С2* входного контура.

Сопряжение настроек гетеродинного и входного контуров на концах диапазона надо повторить 2—3 раза.

Настройка фильтров ПЧ и сопряжение настроек контуров значительно упрощаются, если для этой цели использовать сигнал-генератор и высокочастотный вольтметр. Такие приборы есть в радиотехнических школах и спортивно-технических клубах ДОСААФ, в радиолабораториях культурно-просветительных и внешкольных учреждений, куда можно обратиться за технической помощью.

Закончив налаживание высокочастотного блока, каркасы всех катушек зафиксируйте на сердечниках каплями клея, канифоли или нитрокраски. После этого к выходу блока можно подключить усилитель НЧ и совместно с ним испытать супергетеродины в работе.

Какой может быть конструкция приемника в целом? Решение этого вопроса во многом зависит от опыта, приобретенного на конструировании приемника прямого усиления. Радиолюбители обычно приобретают в магазинах культтоваров готовые пластмассовые корпуса, предназначенные для транзисторных приемников и с учетом их габаритов и конструктивных особенностей разрабатывают монтажные платы, способы настройки. Так, видимо, надо поступать всем, кто начинает изучать и конструировать супергетеродинные приемники.

РАДИОСПОРТ

Радиоспорт — это несколько характерных направлений, выделяющихся в массовом радиолюбительском движении. Это, прежде всего, любительская радиосвязь на КВ и УКВ. Людей, причастных к этому виду радиоспорта, называют коротковолновиками. Основное их «хобби» — дружеские встречи в эфире, обмен своеобразными квитанциями, называемыми QSL-карточками, подтверждающими эти встречи, участие в различных областных, краевых, республиканских, внутрисоюзных и международных соревнованиях.

Радиоспорт — это и прием и передача радиограмм знаками телеграфной азбуки (азбуки Морзе). Любителей этого вида радиоспорта чаще всего называют скоростниками, потому что именно скорость приема и передачи телеграфной азбуки характеризует их мастерство. Сильнейшие из них определяются в ходе соревнований разных уровней.

Радиоспорт — это и «Охота на лис». Сейчас этот вид радиоспорта переименован в спортивную радиопеленгацию, но за самими спортсменами сохранилось традиционное название «лисолов» или «охотник». Их спортивное мастерство заключается в умении с помощью специального приемника-пеленгатора обнаружить на расстоянии и найти «лису» —

замаскированный в лесу или кустарнике маломощный передатчик, излучающий условные сигналы. На местности, где проводятся соревнования по спортивной радиопеленгации, размещают до пяти таких «лис». Перед каждым участником соревнований стоит задача: запеленгировать и нанести на карту местности предполагаемые точки расположения «лис», рассчитать наикратчайшую трассу поиска и, конечно, найти всех «лис». Побеждает тот, кто с этой задачей справится лучше других.

Радиоспорт — это еще и многоборье радистов — комплексные соревнования, в программу которых включают скоростной прием и передачу радиограмм, обмен радиограммами по эфиру, спортивное ориентирование на местности и некоторые другие спортивные упражнения. Это уже командные соревнования. Здесь успех команды в целом зависит от мастерства каждого.

Все это — радиоспорт, который включен в Единую всесоюзную спортивную классификацию. Это значит, что каждый радиоспортсмен постоянно и упорно совершенствующий свое мастерство, может выполнить нормативы спортивного разряда, стать чемпионом города, области, республики Советского Союза, завоевать высокое почетное звание «Мастер спорта СССР» и даже «Мастер спорта СССР международного класса».

Значительная часть сегодняшней армии советских радиоспортсменов — мальчики и девочки школьного возраста. И соревнуются они со старшими на равных условиях — в радиоспорте, особенно в скоростном приеме и передаче радиограмм, в любительской радиосвязи. Во многих Дворцах и Домах пионеров и школьников, на станциях юных техников, а радиоспортивных кружках школ, профсоюзных клубах юных техников, в детских юношеских спортивно-технических школах они приобщаются к радиоспорту. Пропаганде и развитию радиоспорта среди детей и подростков подчинены областные, краевые, республиканские и всесоюзные соревнования школьников по радиоспорту. В их программу входят, как правило, состязания по всем видам радиоспорта и их разновидностям. Побеждают, конечно, сильнейшие, часто уже имеющие высокие спортивные разряды.

В связи с этим невольно вспоминаю один «курьезный» случай. В 1977 году мне, как представителю редакции журнала «Радио», было поручено вручить памятные подарки самым юным участникам III первенства СССР по радиоспорту среди школьников. Этими самыми юными оказались... победители этих соревнований в скоростном приеме и передаче программ, кандидатами в мастера спорта СССР, шестиклассники Лена Свиридова и Виктор Смирнягин из Могилева, выступавшие в составе сборной команды БССР. Они были первыми и на следующем IV первенстве школьников 1978 года. В том же году, выступая на чемпионате СССР по приему и передаче радиограмм, Лена и Виктор выполнили нормативы мастера спорта СССР.

Вообще же через радиоспортивные кружки и соревнования школьников пришло в большой радиоспорт немало известных сегодня спортсменов. И многие из них блистательно защищают радиоспортивную честь на международных соревнованиях.

С ЧЕГО НАЧАТЬ?

Радиолюбителям, занимающимся в радиотехнических кружках, ближе всего, пожалуй, коротковолновый радиоспорт. Это потому, что есть опыт конструирования радиоприемной аппаратуры. И если заняться еще изучением телеграфной азбуки и радиолюбительских кодов, то путь в коротковолновый радиоспорт будет открыт.

Опытным коротковолновикам выделены пять сравнительно узких (по частоте) участков — любительских диапазонов: 10 м (28—29,7 МГц), 14 м (21—21,45 МГц), 20 м (14—14,35 МГц), 40 м (7—7,1 МГц) и 80 м (3,5—3,65 МГц). А в 1979 году специально для начинающих спортсменов (в возрасте от 14 лет) выделен еще один любительский диапазон — 160 м (1850—1950 кГц). Его так и называют: диапазон начинающих. Но он популярен и среди опытных коротковолновиков. В этом диапазоне можно работать телефоном с амплитудной модуляцией (как радиовещательные станции диапазонов ДВ, СВ и КВ), телеграфом и с однополосной модуляцией. Первый из этих видов излучения называют сокращенно АМ, второй — CW (си-дабль-ю), третий — SSB (эс-эс-би). Прием АМ, CW и SSB сигналов обеспечивает супергетеродин, рассчитанный на этот любительский диапазон.

С освоения этого диапазона и следует начать путь в коротковолновый радиоспорт. И, пожалуй, не сразу с выхода в эфир, на что требуются соответствующие знания и, конечно же, разрешение мест-

ной инспекции электросвязи, а с постройки только приемника для наблюдения за работой станций этого любительского диапазона. Получив позывной наблюдателя, обладатель такой приемной станции получает право на обмен QSL-карточками с операторами станций, работу которых он слышал и зарегистрировал в своем аппаратном журнале, а также участвовать в различных соревнованиях коротковолновиков. А позже, когда накопится опыт любительского общения в эфире, можно будет подумать и о передатчике индивидуальной или коллективной станции.

Но сначала надо хотя бы немного знать международный «язык» коротковолновиков — телеграфную азбуку.

ЗВУКОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Для группового изучения телеграфной азбуки можно рекомендовать генератор колебаний звуковой частоты, схема которого приведена на рис. 60,*а*. В нем роль самого генератора выполняет мультивибратор на транзисторах *Т1* и *Т2*. Переменный резистор *R3*, включенный в базовые цепи обоих транзисторов, позволяет регулировать частоту колебаний, а значит и тон звука, примерно от 800 до 1000 Гц. Когда его движок находится в крайнем нижнем (по схеме) положении, частота колебаний генератора наибольшая, а в крайнем верхнем — наименьшая.

Колебания звуковой частоты, создающиеся на нагрузочном резисторе *R5* транзистора *Т2*, через контакты переключателя *В1* и конденсатор *С3* подаются на переменный резистор *R6*, выполняющий роль регулятора громкости, а с его движка — через конденсатор *С4* на базу транзистора *Т3* первого каскада усилителя. Верхнее (по схеме) положение движка резистора *R6* соответствует наибольшей громкости.

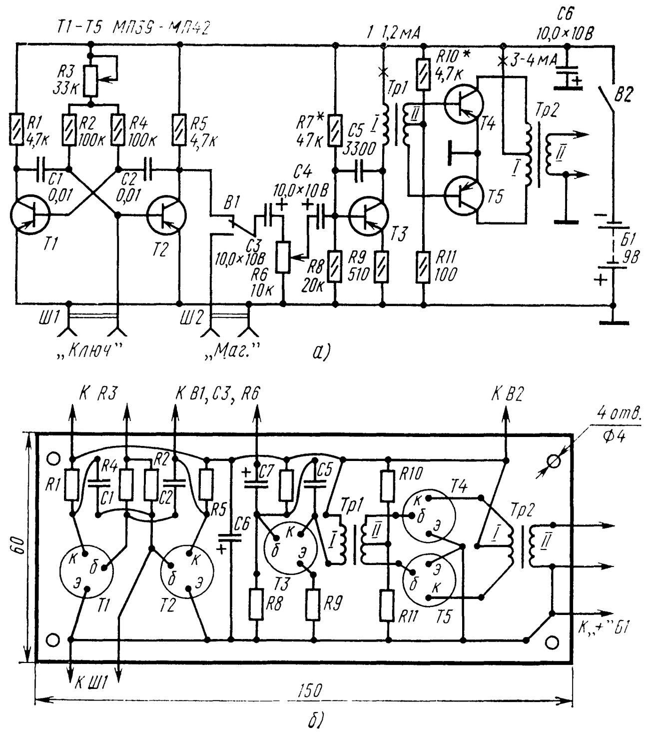


Рис. 60. Схема (*а*) и монтажная плата (*б*) генератора колебаний звуковой частоты для изучения телеграфной азбуки

Сигнал звуковой частоты, усиленный транзистором *Т3*, через межкаскадный (согласующий) трансформатор *Тр1* подается в противофазе на базы транзисторов *Т4* и *Т5*, работающих в двухтактном режиме усиления. Со вторичной обмотки *II* выходного трансформатора *Тр2* сигнал генератора, усиленный до мощности 120—130 мВт, поступает к динамической головке громкоговорителя или к головным телефонам обучаемых приему на слух телеграфной азбуки.

Телеграфный ключ руководителя включают в разъем *Ш1*. При замкнутых контактах ключа база транзистора *Т2* оказывается соединенной с «заземленным» проводником цепи питания, и никакого сигнала на вход усилителя не поступает. При размыкании контактов ключа мультивибратор создает «пачки» колебаний звуковой частоты, длительность которых и пазы между ними соответствуют манипуляции телеграфным ключом.

Разъем *Ш2* «Маг» служит для подачи на вход усилителя сигналов телеграфной азбуки, записанных на магнитной ленте. В этом случае замыкающий контакт переключателя *В1* переводят в нижнее (по схеме) положение, отключая тем самым от входа усилителя мультивибратор и подключая к нему магнитофон.

Предварительная запись сигналов телеграфной азбуки может быть использована для групповой тренировки спортсменов и совершенно необходима для проведения соревнований по приему радиограмм.

Бо́льшая часть деталей мультивибратора и усилителя звуковой частоты может быть смонтирована на текстолитовой или гетинаксовой плате размерами 150×60 мм (рис. 60,*б*), которую вместе с источником питания (две батареи 3336Л, соединенные последовательно) размещают в подходящем футляре, например в корпусе от транзисторного приемника. Выключатель питания *В2*, регуляторы громкости *R6* и тона звука *R3*, а также электролитический конденсатор *С3*, гнезда «Маг» и переключатель *В1* «Генератор—магнитофон» монтируют на лицевой панели футляра.

Коэффициент передачи тока всех транзисторов может составлять 40—60. Для выходного двухтактного каскада желательно подобрать транзисторы с возможно близкими коэффициентами $h_{21Э}$ и обратными токами коллекторов $I_{КБО}$. Переменные резисторы *R3* и *R6* — типа СП или СПО, выключатель *В2* и переключатель *В1* — тумблеры ТВ2-1, электролитические конденсаторы *С3*, *С4*, *С6* — К50-6, К50-3. Постоянные резисторы и остальные конденсаторы могут быть любых типов.

Трансформатор *Тр1* — согласующий трансформатор от любого малогабаритного транзисторного приемника, например «Сокол», или из набора деталей для сборки подобного приемника.

Для выходного трансформатора подберите магнитопровод из пластин Ш-12 с толщиной пакета 10—12 мм. Его обмотка *I* должна содержать 440 витков провода ПЭВ-1 0,12 с отводом от середины (220+220), обмотка *II* — 150 витков провода ПЭВ-1 0,31 с отводами от 130-го и 80-го витков (80+50+20). Отводы вторичной обмотки позволяют опытным путем подобрать наилучшее согласование сопротивления нагрузки (динамической головки или головных телефонов) и выхода усилителя.

При первом включении и испытании генератора переменный резистор *R3* можно заменить постоянным сопротивлением 20—30 кОм, коллектор транзистора *Т2* соединить непосредственно с конденсатором *С4* (предварительно изменив полярность его включения, чтобы к коллектору транзистора он подключался выводом отрицательной обкладки). Ко вторичной обмотке выходного трансформатора (130 витков) нужно подключить динамическую головку мощностью 0,5—1 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 4—8 Ом, например 0,5ГД-21, 1ГД-28. Если в монтаже ошибок нет и контакты телеграфного ключа разомкнуты, при включении питания в головке должен появиться достаточно громкий звук, соответствующий частоте колебаний мультивибратора. Проверить работу мультивибратора можно на головные телефоны, включив их через конденсатор емкостью 0,01—0,05 мкФ между общим «заземленным» проводником цепи питания и коллектором транзистора *Т2*.

Налаживание усилительной части генератора сводится к проверке и, если надо, подгонке рекомендуемых режимов работы транзисторов. Суммарный ток коллекторных цепей транзисторов *Т4* и *Т5* (3—4 мА) устанавливают подбором резистора *R10*, ток коллектора транзистора *Т3* (1—1,2 мА) — подбором резистора *R7*.

Для индивидуальной тренировки в приеме и передаче ключом телеграфной азбуки можно использовать более простые звуковые генераторы.

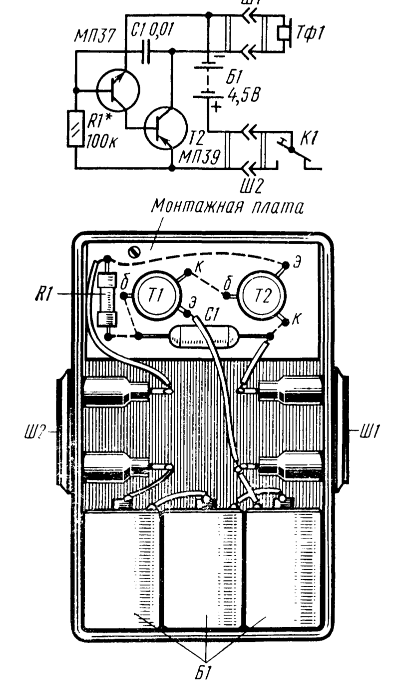


Рис. 61. Генератор колебаний звуковой частоты для индивидуальной тренировки радиоспортсмена

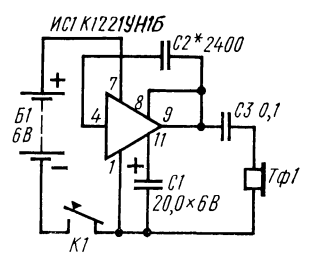


Рис. 62. Схема звукового генератора на микросхеме К122УН1Б

Принципиальная схема и конструкция одного из таких генераторов показаны на рис. 61. Это тоже мультивибратор, но в нем работают транзисторы разных структур: *Т1 — п-р-п*; *Т2 — р-п-р*. Частоту генерируемых колебаний, а значит и тон звуковых сигналов, создаваемых телефонами *Тф1*, подключенными к разъему *Ш1*, можно изменять подбором резистора *R1*.

Питается генератор от батареи напряжением 4,5 В, составленной из трех гальванических элементов 332, или батареи 3336Л. Через разъем *Ш2* к генератору подключают телеграфный ключ *К1*. Пока передние контакты телеграфного ключа не замкнуты, цепь питания генератора разомкнута, и он бездействует. При нажатии на головку ключа цепь питания замыкается, генератор возбуждается, и в телефонах появляется звук. Кратковременному нажатию соответствует точка телеграфной азбуки, продолжительному — тире. Таким образом спортсмен качество своей работы на ключе контролирует на головные телефоны или, как говорят, работает на себя. К выходу генератора можно подключить параллельно еще 2—3 головных телефона. Тогда один генератор можно использовать одновременно для тренировки нескольких спортсменов.

Во втором варианте звукового генератора, схема которого показана на рис. 62, используется *ИС1* К122УН1Б. Чтобы усилитель микросхемы превратить в генератор электрических колебаний частотой 800—1000 Гц, надо между ее выходом (вывод *9*) и входом (вывод *4*) включить конденсатор емкостью 2200—3000 пФ. Он создаст между выходом и входом ПОС по переменному току, благодаря которой усилитель возбудится. При этом в головных телефонах *Тф1*, подключенных (через конденсатор *С3*) к выходу микросхемы, будет слышен звук средней тональности.

Передача знаков телеграфной азбуки осуществляется замыканием и размыканием цепи питания телеграфным ключом *К1*. Желательный тон звука устанавливают подбором конденсатора *С2*: чем меньше его емкость, тем выше тон звука.

Питать такой генератор можно от пяти аккумуляторов Д-0,1 или четырех элементов 332, соединенных между собой последовательно. Конструкция генератора произвольная.

Чтобы разобраться в разговоре операторов станций, работающих в режиме CW, надо овладеть приемом телеграфной азбуки со скоростью хотя бы 50 знаков в минуту, что, в соответствии с Единой всесоюзной спортивной классификацией, отвечает норме 1-го юношеского разряда.

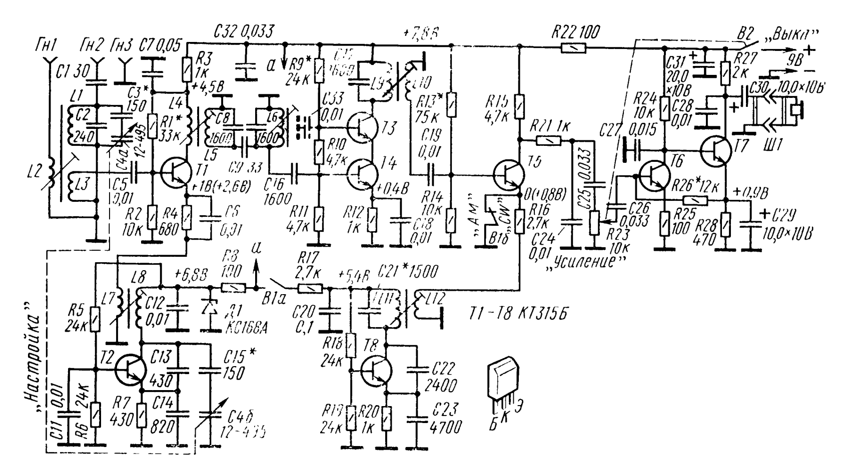


Рис. 63. Принципиальная схема приемника станции начинающего радиоспортсмена

ПРИЕМНИК СТАНЦИИ НАЧИНАЮЩЕГО СПОРТСМЕНА

Принципиальная схема возможного варианта приемника коротковолновика-наблюдателя изображена на рис. 63. Это супергетеродин, рассчитанный на прием на головные телефоны любительских станций диапазона 160 м (1,8 МГц), работающих в режиме AM, CW и SSB. Чувствительность приемника около 15 мкВ. Приемник рассчитан на работу с наружной антенной, например, типа «наклонный луч» длиной 15—20 м и надежным заземлением.

Все транзисторы приемника — кремниевые К315 структуры *n-p-n*. Промежуточная частота 110 кГц. Питается приемник от батареи напряжением 9 В («Крона», 7Д-0,1 или дв батареи 3336Л, соединенные последовательно) или выпрямителя со стабилизацией выходного напряжения. Потребляемый ток не превышает 15 мА.

Приемник состоит из входной цепи, преобразователя частоты с отдельным гетеродином, однокаскадного усилителя ПЧ, детекторного каскада и двухкаскадного усилителя НЧ. Для приема CW и SSB сигналов включают второй, телеграфный гетеродин. Входной колебательный контур, перекрывающий участок частот 1800—2000 кГц, образуют катушка *L1* и конденсаторы *C2*, *C3* и *C4а*. Настройка его на сигналы станций осуществляется конденсатором переменной емкости *C4а*. Конденсаторы *C2* и *C3* — сопрягающие. Через катушку *L2* контур индуктивно связан с антенной, подключаемой к гнезду *Гн1*, через конденсатор *C1* — с антенной, подключаемой к гнезду *Гн2*, а через катушку *L3* и конденсатор *C5* — с преобразователем частоты. Гнездо *Гн3* предназначено для подключения заземления.

В смесителе преобразователя частоты работает транзистор *T1*, включенный по схеме ОЭ. Режим его работы по постоянному току определяется делителем *R1R2*, с которого на базу подается напряжение смещения. Катушка *L4* в коллекторной цепи транзистора — катушка связи преобразователя частоты с контуром *L5C8*, настроенным на промежуточную частоту 110 кГц.

В гетеродине преобразователя частоты работает транзистор *T2*, включенный по переменному току так называемой «емкостной трехточкой». Питание на него подается через параметрический стабилизатор напряжения, выполненный на стабилитроне *Д1*, который повышает устойчивость работы гетеродина. В колебательный контур гетеродина входят катушка *L8* и конденсаторы *C13—C15*, *C4б*. Настройка его осуществляется конденсатором *C4б*, объединенным осью с конденсатором *C4а* входного контура в блок КПЕ приемника. Конденсаторы *C13* и *C14* образуют емкостный делитель, благодаря которому между коллектором и эмиттером транзистора образуется ПОС по переменному току, возбуждающая гетеродин.

Колебания гетеродина через катушку *L7*, индуктивно связанную с контурной катушкой *L8*, подаются в эмиттерную цепь транзистора *T1*, где смеши-

ваются с входным сигналом. В результате в коллекторной цепи возникают колебания многих частот, в том числе и промежуточной (110 кГц), соответствующей разности частот гетеродина и входного сигнала. Контур же *L5C8*, настроенный на промежуточную частоту 110 кГц, выделяет в основном только колебания этой частоты и подавляет колебания других частот.

Контур *L5C8*, конденсатор *C9* и контур *L6C10*, также настроенный на частоту 110 кГц, образуют полосовой фильтр промежуточной частоты. Колебания этой частоты через конденсатор *C16* поступают на вход так называемого каскодного каскада усиления промежуточной частоты на транзисторах *T3* и *T4*. Транзистор *T4* этого каскада включен по схеме ОЭ, транзистор *T3* — по схеме ОБ. Режим их работы по постоянному току определяют делитель напряжения *R9*—*R11* в базовых цепях и термостабилизирующий резистор *R12* в эмиттерной цепи транзистора *T4*. Конденсатор *C18*, шунтирующий резистор *R12*, устраняет местную ООС по переменному току, снижающую усиление каскада.

Необходимость в конденсаторе *C33*, показанном на схеме штриховыми линиями, устанавливают опытным путем: его включают при налаживании, и если он улучшает работу приемника, то оставляют в каскодном усилителе.

Нагрузкой каскодного усилителя служит контур *LC17*, также настроенный на частоту 110 кГц. Он, как и контуры *L5C8*, *L6C10*, выделяет сигнал промежуточной частоты и подавляет сигналы всех других частот.

Далее сигнал промежуточной частоты через катушку связи *L10* и конденсатор *C19* подается на базу транзистора *T5*, работающего как детектор. Во время приема АМ станций эмиттер этого транзистора через нормально замкнутые контакты секции *B1б* переключателя *B1* соединен с общим «заземленным» проводником цепи питания, а небольшое напряжение смещения, чуть открывающее транзистор, подается на базу с делителя *R13*, *R14*. В таком режиме транзистор не только детектирует модулированный сигнал промежуточной частоты, но и усиливает выделяемые колебания НЧ.

С нагрузочного резистора *R15* этого каскада продетектированный сигнал через фильтр *R21C24*, конденсатор *C25*, переменный резистор *R23* и конденсатор *C26* поступает на вход двухкаскадного усилителя НЧ на транзисторах *T6* и *T7*. Переменный резистор *R23* выполняет функцию нагрузки детектора и регулятора усиления: по мере перемещения движка вверх (по схеме) усиление принятого сигнала, а значит и громкость, увеличиваются.

Усиленный транзисторами *T6* и *T7* низкочастотный сигнал снимается с нагрузочного резистора *R27*, подается через конденсатор *C30* и разъем *Ш1* к телефонам *Тф1* и преобразуется ими в звуковые колебания.

Оптимальный режим работы обоих транзисторов низкочастотного усилителя, связь между которыми непосредственная (гальваническая), устанавливают подбором резистора *R26*. Через этот резистор на базу транзистора *T6* подается напряжение смещения, снимаемое с эмиттерного резистора *R28* транзистора *T7*. Конденсатор *C29*, шунтирующий по переменному току резистор *R28*, устраняет ООС, снижающую усиление обоих транзисторов усилителя НЧ. Конденсаторы *C27* и *C28* предотвращают возбуждение усилителя на высших частотах звукового диапазона.

Резисторы *R22*, *R3* совместно с конденсаторами *C32*, *C7* образуют два развязывающих фильтра, предотвращающие возбуждение приемника из-за возможных паразитных связей между каскадами через общий источник питания.

Для приема сигналов станций, работающих телеграфом, переключатель *B1* надо перевести в положение «CW». При этом контакты секции *B1б* размыкаются и в эмиттерную цепь транзистора *T5* детекторного каскада оказывается включенной катушка *L12*, индуктивно связанная с контурной катушкой *L11* второго (телеграфного) гетеродина, а контакты *B1а* замыкаются и подключают цепи транзистора *T8* этого гетеродина к общему источнику питания.

Телеграфный гетеродин аналогичен гетеродину преобразовательного каскада приемника. Разница между ними заключается лишь в том, что телеграфный гетеродин генерирует колебания фиксированной частоты, отличающейся от промежуточной частоты приемника на 800—1000 Гц. Она определяется в основном данными контура, состоящего из катушки *L11* и конденсаторов *C21*—*C23*. Генерируемые колебания через катушку связи *L12* и резистор *R16* поступают в цепь эмиттера транзистора *T6* и смешиваются в нем с колебаниями промежуточной частоты принятого CW сигнала. В результате на выходе детектора появляется разностный сигнал ча-

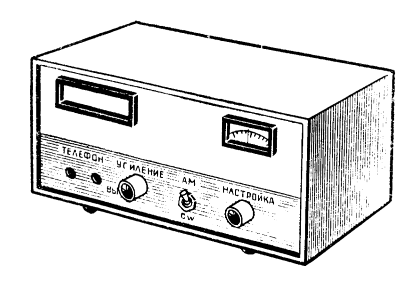


Рис. 64. Внешний вид приемника

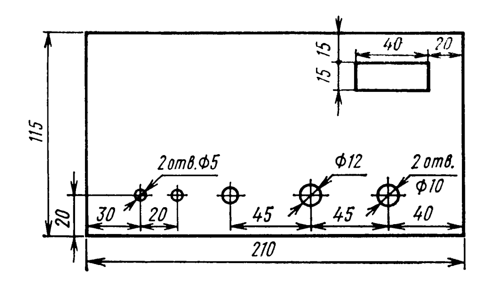


Рис. 65. Разметка лицевой панели корпуса приемника

стотой 800—1000 Гц, который после усиления и преобразования телефонами в колебания звуковой частоты воспринимается как звук средней тональности.

Аналогично осуществляется прием и SSB сигналов.

Резистор *R17* и конденсатор *C20* образуют фильтр, предотвращающий проникновение колебаний телеграфного гетеродина в общую цепь питания приемника.

Конструкция, детали. Внешний вид предлагаемого приемника показан на рис. 64. Его корпус с внутренними размерами 210×150×130 мм склеен из листового оргалита толщиной 6 мм. Для прочности в углы корпуса с внутренней стороны вклеены планки треугольного сечения. Лицевая панель (ее разметка показана на рис. 65), сделанная из такого же оргалита, утоплена внутрь каркаса на 6—8 мм и упирается в тонкие ограничивающие планки, приклеенные к стенам. В нижней части панели — гнезда для включения телефонов, ручка переменного резистора регулировки усиления *R23* с выключателем питания *B2*, переключатель *B1* «AM—CW» и ручка верньерного устройства настройки. Вверху справа через прямоугольное отверстие в панели, прикрытой декоративной накладкой из прозрачного органического стекла, видна шкала настройки. Частоту настройки определяют по тонкой визирной линии, сделанной на накладке. Слева под такую же декоративную накладку помещают позывной, написанный на цветной бумаге.

Гнезда для подключения антенны и заземления смонтированы на гетинаксо-

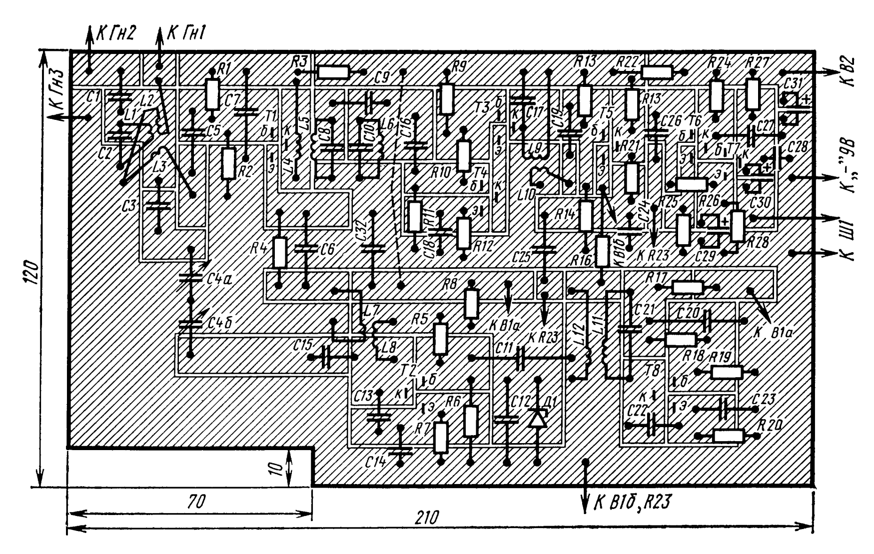


Рис. 66. Монтажная плата (*а*) и схема соединения деталей на ней (*б*)

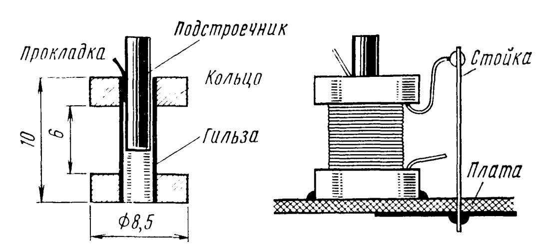


Рис. 67. Конструкция катушек приемника

вой планке, укрепленной сзади под деталями входной цепи приемника.

Все детали приемника, кроме тех, что находятся на лицевой панели, гнезд и батареи питания, смонтированы на плате из фольгированного стеклотекстолита, жестко скрепленной с лицевой панелью двумя Г-образными металлическими кронштейнами. Батарею питания размещают под монтажной платой или крепят внутри корпуса на боковой стенке.

Монтажная плата и соединения деталей на ней показаны на рис. 66. Токонесущие проводники и контактные площадки образуют прорези в фольге шириной около 1,5 мм. Эти изолирующие участки можно сделать резаком, изготовленным из ножовочного полотна, или при прорезании фольги острием ножа по линейке и последующем удалении полосок фольги пинцетом.

Блок КПЕ (*С4*) — стандартный, с наименьшей емкостью конденсаторов 12 и наибольшей 495 пФ. Все катушки намотаны на самодельных каркасах (рис. 67), для которых использованы кольца из феррита марки 600НН с внешним диаметром 8,5, внутренним 3,5 и высотой 2 мм (типоразмер К8,5×3,5×2) и стержневые подстроечные сердечники диаметром 2,8 и длиной 12 мм из такого же феррита. Бумажная гильза, к которой приклеены кольца, склеена на хвостовике сверла диаметром 2,8 мм. Расстояние между кольцами 6 мм. Подстроечный сердечник удерживается в гильзе ниткой или полоской бумаги.

Катушка *L1* входного контура и катушка *L8* гетеродинного контура содержат по 35 витков провода ПЭВ-1 0,25, а соответствующие им катушки связи *L2*, *L3*, *L7* — по 10 витков провода ПЭВ-1 0,12. Остальные катушки намотаны таким же проводом и содержат: *L5*, *L6*, *L9* и *L11* — по 275 витков, *L4* и *L10*, намотанные поверх катушек *L5* и *L9*,— по 50 витков, а *L12*, находящаяся сверху катушки *L11*, — 70 витков. Витки верхних выводов катушек закреплены нитками, чтобы не спадали.

Каркасы катушек приклеены к плате клеем «БФ-2». Расстояние между центрами катушек *L5* и *L6* полосового фильтра ПЧ должно быть 20 мм. Выводы катушек можно припаивать непосредственно к выводам других, относящихся к ним деталей, а лучше к проволочным стойкам, припаянным к печатным проводникам монтажной платы (см. рис. 67).

Статический коэффициент передачи тока транзисторов должен быть не менее 80. Те из них, коэффициент передачи тока которых больше, используйте в усилителе ПЧ и в первом каскаде усилителя НЧ. Транзисторы *Т3* и *Т4* должны иметь возможно близкие значения этого параметра.

Все постоянные резисторы МЛТ-0,25 (можно МЛТ-0,125, МЛТ-0,5); переменный резистор *R23*, объединенный с выключателем питания *В2*, типа ТК или малогабаритный СП3-4в; переключатель *В1* — тумблер ТВ2-1. Все электролитические конденсаторы — типа К50-6, остальные конденсаторы — КЛС, К-10, КД, КТ.

Головные телефоны — высокоомные, типа ТОН-2 или ТА-4. Резисторы и контурные конденсаторы, которые во время налаживания приемника надо будет подбирать (на схеме отмечены звездочками), целесообразно монтировать на временных проволочных стойках.

Конструкция верньерного механизма изображена на рис. 68. Он состоит из ведомого *5* и ведущего *4* шкивов, соединенных между собой тросиком *8*, втулки *3* с наружной резьбой для крепления ведущего узла на лицевой панели приемника и оси *2*, на которую жестко насажен ведущий шкив. Ведомый шкив втулкой *6* с винтом закрепляют на оси блока КПЕ. При вращении ручки *1*, закрепленной на оси, вращательное движение шкивов передается ротору блока

КПЕ, изменяя тем самым емкость конденсаторов настройки приемника.

Втулка *3* с осью *2*, использованная в верньерном механизме,— от переменного резистора типа СП-I. Все другие части резистора следует удалить, а фланцевую сторону втулки выровнять напильником и зашлифовать.

Шкивы можно выточить из органического стекла, гетинакса или, в крайнем случае, из хорошо проклеенной фанеры толщиной 6—8 мм. Диаметр ведущего шкива 8—10 мм, ведомого — 80 мм. Высота бортиков по обеим сторонам шкивов, ограничивающих перемещение тросика, около 1 мм. Ведущий шкив туго насадите на ось, но так, чтобы ось не болталась во втулке.

В ведомом шкиве сделайте радиальный пропил глубиной 28—30 мм и закрепите в нем пружину *7* для натяжения тросика, а точно в центре запрессуйте втулку *6* с винтом для жесткого крепления на оси ротора КПЕ. Для тросика используйте прочную крученую нитку, например капроновую леску. Тросик должен огибать ведущий шкив 2—3 раза, а натягивающая его пружина выбирать люфт верньерного устройства. Для увеличения трения тросика с ведущим шкивом его можно натереть толченой канифолью.

Окончательно верньерный механизм устанавливают и регулируют после того, как монтажная плата налаженного приемника будет скреплена с лицевой панелью.

Налаживание, как всегда, начинают с тщательной проверки монтажа по принципиальной схеме приемника. Особенно внимательно проверьте правильность включения транзисторов и полярность электролитических конденсаторов. Обязательно прочистите все изолирующие дорожки между токонесущими участками печатной платы. Затем подключите к соответствующим проводникам приемника свежую батарею или сетевой блок питания и параллельно разомкнутым контактам выключателя *В2* — миллиамперметр. Замкнув собой цепь питания, прибор покажет потребляемый приемником ток, который не должен быть больше 15—20 мА. Так вы проверите, нет ли короткого замыкания в цепи питания. Только после этого можно приступить к налаживанию — сначала низкочастотной части с детектором, затем высокочастотной.

Приступая к налаживанию низкочастотной части, обесточьте гетеродин преобразователя частоты, отключив, например, проводник, идущий к резистору *R8*, и установите режимы транзисторов по постоянному току. Режимы транзисторов, указанные на принципиальной схеме, измерены вольтметром постоянного тока с относительным входным сопротивлением 10 кОм/В.

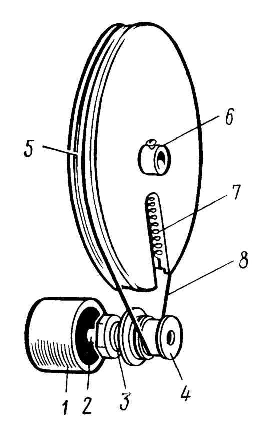


Рис. 68. Верньерный механизм

После этого переключатель *В1* установите в положение «АМ», а движок переменного резистора *R23* — в положение наибольшего усиления. Левый (по схеме) вывод конденсатора *С19* временно отсоедините от катушки *L10* и подключите к нему антенну. При этом в телефонах должна прослушиваться передача одной из радиовещательных станций или одновременно нескольких. Дело в том, что наведенные в антенне модулированные колебания высокой частоты детектируются транзистором *Т5*, а выделенные при этом колебания низкой частоты усиливаются и преобразуются телефонами в звук. Подбирая резисторы *R13* и *R26*, добейтесь наиболее громкого и неискаженного звука в телефонах. После этого восстановите соединение конденсатора *С19* с катушкой *L10*.

Это предварительная подгонка режимов работы транзисторов *Т5—Т8*. Окончательная корректировка их будет несколько позже, когда нормально заработает вся высокочастотная часть приемника. Поэтому временные цепочки резисторов пока не заменяйте постоянными резисторами.

Затем восстановите цепь питания гетеродина и проверьте, работает ли он. При срыве генерации, например при кратковременном замыкании выводов конденсатора *С11* или резистора *R6*, на-

пряжение на эмиттере транзистора *T1* должно резко (примерно до 1 В) уменьшиться.

Убедившись в работоспособности гетеродина, подключите антенну и заземление к предназначенным для них гнездам и, медленно вращая ось блока *КПЕ*, настройте приемник на какую-либо радиостанцию, работающую в середине диапазона (телефоном или телеграфом — безразлично). Теперь, не изменяя настройки приемника, подстроечными сердечниками катушек всех контуров промежуточной частоты, начиная с контура *L9C17*, добейтесь наиболее громкого приема сигналов этой станции. Затем перестройте приемник на другую станцию, сигналы которой слышны слабее, и точно так же подстройкой контуров промежуточной частоты добивайтесь наиболее громкого радиоприема.

Так, повторив эту операцию несколько раз, вы настроите эти контуры на частоту, близкую 110 кГц,— промежуточную.

Может случиться, что индуктивность и емкость одного из контуров окажутся недостаточными для точной настройки его на промежуточную частоту или, наоборот, чрезмерно большими. В первом из этих случаев точной настройки не удается добиться даже при полностью введенном подстроечном сердечнике внутрь катушки, во втором — при почти полностью выведенном. В таком случае контурный конденсатор надо заменить конденсатором несколько большей емкости или, наоборот, конденсатором меньшей емкости. Правильным надо считать, когда точная настройка контура получается при введении подстроечного сердечника примерно на 3/4 глубины каркаса катушки.

Следующий этап — проверка работоспособности и подстройка телеграфного гетеродина. Делайте это так. Переключатель *B1* переведите в положение «CW», подстроечный сердечник контурной катушки *L11* полностью введите в каркас и измерьте напряжение на эмиттере транзистора *T5*. Затем, не отключая вольтметр, замкните накоротко резистор *R19*. Если гетеродин возбуждается, то при замыкании базовой цепи его транзистора генерация должна срываться, о чем будет свидетельствовать резкое уменьшение напряжения на эмиттере транзистора *T5*.

Убедившись в работоспособности телеграфного гетеродина, настройте приемник на какую-либо радиостанцию, работающую в телеграфном режиме, и начинайте очень плавно вытягивать из катушки *L11* подстроечный сердечник, пока в телефонах не появится свистящий звук. Подстроечный сердечник закрепите в каркасе в таком положении, при котором в телефонах телеграфные сигналы слышны как звуковые средней тональности.

Остается установить границы диапазона частот, перекрываемого приемником. В качестве источника высокочастотных сигналов можно использовать промышленный супергетеродин с хорошо проградуированной, желательно большой, шкалой диапазона СВ. Вещательный диапазон СВ, как известно, охватывает частоты от 525 до 1605 кГц (что соответствует волнам длиной от 571,4 до 186,9 м). Стандартная промежуточная частота радиовещательного супергетеродина 465 кГц. Следовательно, частота колебаний его гетеродина в диапазоне СВ изменяется от 525+465=990 до 1605+465=2070 кГц. Сигналы гетеродина нужной частоты образцового супергетеродина используются для установки любительского диапазона налаживаемого приемника.

По существу, надо установить только низкочастотную границу, а высокочастотная определится автоматически. Для этого контрольный приемник настройте по шкале на частоту 1335 кГц (длина волны около 224 м), чтобы его гетеродин излучал колебания частотой 1800 кГц. Настраиваемый приемник отнесите от контрольного на расстояние 2—3 м, ротор его блока *КПЕ* установите в положение наибольшей емкости конденсаторов, переключатель режимов работы *B1* — в положение «CW» и подстроечным сердечником гетеродинной катушки *L8* добейтесь появления в телефонах свистящего звука. Затем ротор блока *КПЕ* переведите в положение минимальной емкости конденсаторов и изменением настройки контрольного приемника добейтесь появления в телефонах такого же звука. Таким способом по шкале контрольного приемника можно уточнить и высокочастотную границу диапазона самодельного приемника. После этого установите переключатель *B1* в положение «AM», настройте приемник на любую из станций низкочастотного участка (емкость *КПЕ* близка к максимальной) и, не изменяя настройки, подстроечным сердечником катушки *L1* входного контура добейтесь наибольшей громкости приема сигналов той же станции.

Остается каплями воска или канифоли закрепить подстроечные сердечники всех

катушек в их каркасах, чтобы не сбить настройки, укрепить монтажную плату с лицевой панелью в корпусе приемника и приступить к наблюдению за работой любительских станций диапазона 160 м.

Настройка контуров описанного здесь приемника с помощью образцового супергетеродина, используя его в качестве источника высокочастотных сигналов, наиболее простой и доступный способ для начинающих радиоспортсменов. Но он все же недостаточно точный — все зависит от настройки самого образцового приемника, соответствия его шкалы частотам сигналов и, конечно же, опыта. Лучших результатов можно добиться, используя для настройки контуров генератор стандартных сигналов.

Предварительно шкалу настройки приемника можно проградуировать (разметить) по сигналам гетеродина того же контрольного супергетеродина, а окончательно — по сигналам любительских станций. Лучше, однако, использовать для этой цели генератор стандартных сигналов — ГСС, имеющийся в радиолабораториях внешкольных учреждений, в радиотехнических школах, радиоклубах и спортивно-технических клубах ДОСААФ.

Образец шкалы, которую надо начертить на плотной бумаге и наклеить на ведомый шкив верньерного механизма,

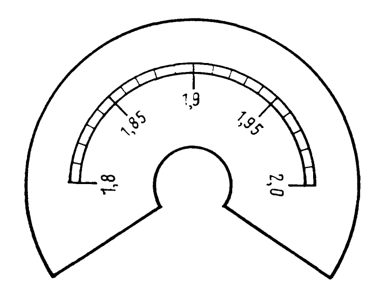


Рис. 69. Образец шкалы приемника

показан на рис. 69. На ней участок 1950—1900 кГц, на котором разрешены все виды излучения (AM, CW, SSB), можно выделить зеленым цветом, участок 1900—1875 кГц (излучения CW и SSB) — оранжевым, а участок 1875—1850 кГц (только CW) — розовым цветом. На участках 1800—1850 и 1950—2000 кГц можно слушать работу любительских станций некоторых других стран.

О том, как и в какое время лучше наблюдать за работой в эфире, как вести аппаратный журнал и обмениваться QSL-карточками, могут рассказать опытные коротковолновики, об этом можно прочитать в соответствующих книгах и брошюрах, в журнале «Радио».

РАДИОКРУЖОК В ПИОНЕРСКОМ ЛАГЕРЕ

Все больше радиокружков организуется в пионерских лагерях, ставших основными местами отдыха ребят в период летних школьных каникул. Здесь радиолюбители могут продолжить работу по конструированию или доведению того или иного радиотехнического устройства, начатую самостоятельно дома или в кружке школы, внешкольного учреждения. Будут, несомненно, мальчишки и девчонки, которые, по примеру товарищей, захотят смастерить своими руками простенький приемник, усилитель. Сделать этот первый шаг к познанию элементарной радиотехники им поможет лагерный кружок, товарищи-радиолюбители.

У пионерии есть замечательный девиз: «Научился сам — научи товарища!». Это относится и ко всем юным радиолюбителям. И если в пионерский лагерь приехало хотя бы десять радиолюбителей, к концу смены их может быть не менее двадцати.

Возглавить кружок может кто-то из вожатых, педагогов — хотя бы организационно. А непосредственно практической работой кружка может руководить его актив.

РАБОЧЕЕ МЕСТО

Если в лагере не было раньше радиокружка или лагерь только начинает принимать ребят и для радиокружка еще не предусмотрено постоянное помещение, в таком случае постоянным местом занятий кружка может стать обыкновенная площадка под деревянным навесом (рис. 70). Оборудовать рабочий уголок радиокружка помогут и руководство лагеря, и шефы. Лучше, если навес будет примыкать к стене капитального строения — это упростит подводку элек-

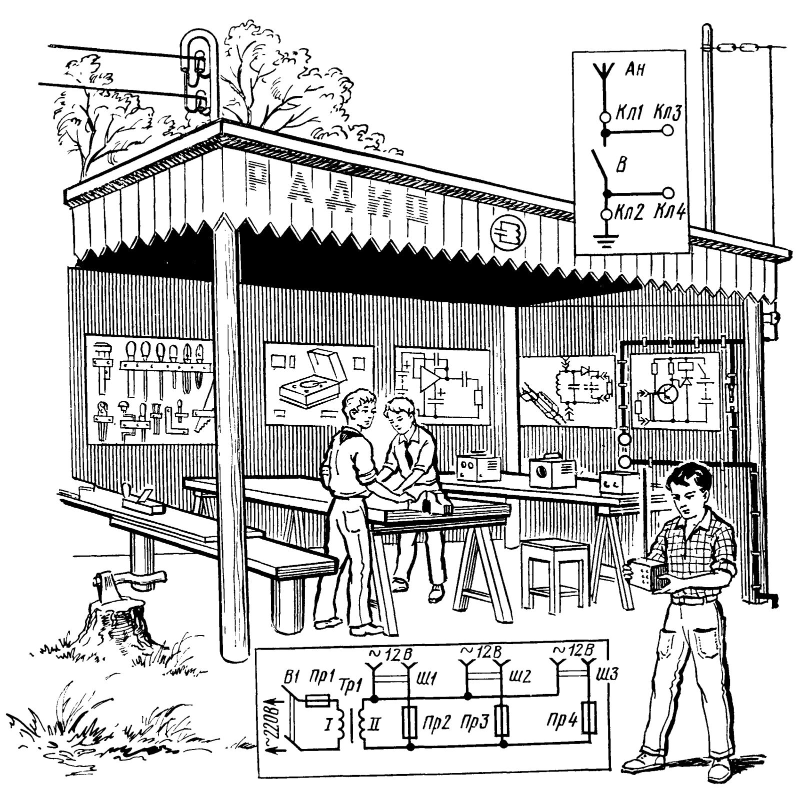


Рис. 70. Рабочий уголок радиокружка под навесом

тропитания. Площадка может быть размерами 3×5 м, что вполне достаточно для одновременного занятия до десяти человек. А при хорошей погоде их может быть больше — ведь многие работы можно выполнять и за пределами навеса.

Что необходимо для оборудования рабочего уголка под навесом? Во-первых, нужно иметь столы, обитые сверху фанерой или пластиком. Один из них отводится для сборочных и монтажных работ, поэтому на нем устанавливают розетки для электропаяльника, укрепляют тиски и отрезок стального уголка, на котором можно опиливать, править и гнуть металлические детали.

Второй стол предназначен в основном для испытания и налаживания смонтированных конструкций. Здесь должны быть измерительные приборы первой необходимости, пробники, блок питания со стабилизированным выходным напряжением, заменяющий батареи. Сюда подведены провода антенны и заземления.

Антенну лучше применить Г-образную. Ее горизонтальный или слегка наклонный луч должен быть длиной 15—20 м и поднят над землей на высоту не менее 8—10 м. Заземление — лист оцинкованного железа площадью не менее 0,5 м^2, ненужный таз или ведро из оцинкованного железа, закопанные на глубину 1—1,5 м. Ввод антенны и заземления необходимо оборудовать грозопереключателем. Когда антенной не пользуются, она должна быть обязательно заземлена.

Для столярных работ сбоку навеса должна быть верстачная доска. По сторонам можно развесить принципиальные схемы простых приемников, усилителей, наборы инструментов общего пользования.

В целях безопасности напряжение переменного тока в такой радиолабора-

тории не должно превышать 12 В. Значит, для питания розеток рабочих столов нужен понижающий трансформатор (ни в коем случае нельзя применять автотрансформатор!) с напряжением на вторичной обмотке около 12 В. Мощность трансформатора не менее 150 Вт. Трансформатор нетрудно намотать самим на магнитопроводе сечением около 15 см^2, в качестве которого можно использовать, например, магнитопровод непригодного трансформатора телевизора устаревшей модели («КВН», «Рубин» и др.). Число витков n, приходящееся на 1 В напряжения, можно подсчитать по упрощенной формуле: $n=40/S$, где S — площадь сечения магнитопровода. Если, к примеру, имеется магнитопровод из железа Ш30 толщиной набора 50 мм (площадь сечения $S=15$ см^2), то $n=40/15\approx 2{,}7$. Следовательно, первичная обмотка, рассчитанная на напряжение сети 220 В, должна содержать 595 витков (для сетевого напряжения 127 В — 345 витков). Провод ПЭЛ или ПЭВ-1 0,5—0,6. Вторичная обмотка должна содержать 32—35 витков (независимо от сетевого напряжения) провода ПЭЛ или ПЭВ-1 1,8—2,0.

Понижающий трансформатор следует закрыть металлическим кожухом и расположить в недоступном для посторонних месте.

Сетевые провода подведите к рубильнику, также закрытому кожухом, и включайте его только на время работы кружка. К сетевой проводке трансформатор подключайте только в присутствии электрика пионерского лагеря. Выводы вторичной обмотки соедините с розетками (их может быть 5—8) проводами сечением не менее 1,5 мм^2 в хорошей изоляции (например, сетевой шнур). Последовательно с каждой розеткой включите плавкий предохранитель.

Сразу же после проводки питания нужно позаботиться о паяльниках. Поскольку в продаже нет низковольтных паяльников, их придется сделать самим.

Возможная конструкция такого паяльника показана на рис. 71. Он рассчитан на напряжение 12 В и потребляет ток около 1,5 А. Его жало диаметром 6 мм и длиной 125 мм (используется запасное жало покупного паяльника мощностью 40 Вт) обернуто в несколько слоев стеклотканью. На стеклоткань намотан виток к витку отрезок нихромовой проволоки и диаметром 0,4 мм длиной 1 м (примерно седьмая часть спирали для электроплитки на напряжение 220 В). Концы проволоки зажаты хомутиками на стойках из листовой меди толщиной 0,5 мм, которые, в свою очередь, укреплены на деревянной или текстолитовой (что лучше) ручке. Провода шнура питания пропущены через отверстие в ручке и оголенными концами зажаты крепежными винтами стоек. Сверху нагревательный элемент следует обернуть стеклотканью или шнуровым асбестом, а затем закрыть крышкой и прикрепить ее шурупами к ручке. Сопротивление нагревательного элемента такого паяльника около 8 Ом (в холодном состоянии).

Рис. 71. Самодельный низковольтный паяльник

Паять можно любым концом жала.

Источник постоянного тока с регулируемым напряжением для питания транзисторных конструкций разной слож-

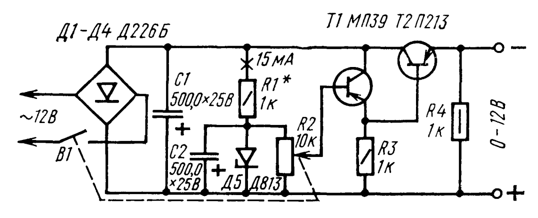


Рис. 72. Схема блока питания

ности можно собрать по схеме, приведенной на рис. 72. Он, как и низковольтные паяльники, работает от переменного напряжения 12 В. Выпрямитель блока образуют диоды *Д1—Д4*, включенные по мостовой схеме, а стабилизатор выпрямленного напряжения — конденсаторы *С1*, *С2*, стабилитрон *Д5* и транзисторы *Т1* и *Т2*. Напряжение на выходе блока питания от 0 до 12 В регулируют переменным резистором *R2*. Наибольший ток, отдаваемый блоком питания в нагрузку (до 300 мА), ограничен в основном допустимым прямым током диодов выпрямителя.

Работа выпрямителя и стабилизатора напряжения этого блока аналогична работе подобных узлов блока питания, о котором уже говорилось ранее.

В выпрямителе можно использовать диоды серий Д226 или Д7 с любым буквенным индексом. Конденсаторы *С1* и *С2* — К50-6 или КЭГ-2, причем конденсатор *С2* может быть на номинальное напряжение 12 В. Переменный резистор *R2* — ТК (с выключателем питания), желательно группы А, чтобы его шкала, по которой устанавливают напряжение на выходе блока питания, была равномерной. В стабилизаторе вместо транзистора МП39 можно использовать транзисторы МП40—МП42, а вместо П213 — транзисторы П214, П215, П201. Статический коэффициент передачи тока транзистора *Т1* можт быть небольшим (15—20), а транзистора *Т2* — не менее 50. Стабилитрон Д813 можно заменить на Д811, Д814Г или Д814Д. Наибольшее напряжение на выходе блока питания будет соответствовать напряжению стабилизации используемого в блоке стабилитрона.

Налаживание блока питания заключается только в подборе резистора *R1* в цепи стабилитрона. Шкалу резистора *R2* градуируйте по образцовому вольтметру, подключенному к выходным зажимам блока. Кроме того, понадобятся простейшие измерительные приборы, пробник для проверки электрических контактов и цепей, деталей конструируемых радиотехнических устройств.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ КРУЖКА

Но вот рабочее место кружка оборудовано. Какой может быть практическая деятельность кружка? Ребятам, еще неискушенным в радиолюбительских делах, можно рекомендовать постройку детекторных приемников-сувениров (в виде фигурок животных, забавных человечков) и одно-двухтранзисторных усилителей к ним, простых генераторов колебаний звуковой частоты для изучения на слух телеграфной азбуки, электронных звонков. Те же из кружковцев, которые уже имеют некоторый радиолюбительский опыт, могут монтировать походные приемники, несложный коммутатор для внутрилагерной связи или усилитель для радиоузла, различные электронные автоматы и устройства, полезные для лагерной жизни.

Вот несколько конкретных конструкций.

Принципиальная схема, устройство и внешний вид одного из возможных детекторных приемников-сувениров показаны на рис. 73. Настройка входного контура *L1C1* приемника на волну местной радиовещательной станции осуществляется подбором конденсатора *С1* и подстроечным сердечником катушки *L1*. Параллельно высокоомным головным телефонам (ТОН-1) полезно подключить конденсатор *С2* емкостью 3300—6800 пФ, что в ряде случаев улучшает качество работы приемника.

Основой приемника служит прочный цилиндрический каркас катушки длиной 40 мм, склеенный из чертежной бумаги, в которой с небольшим трением должен входить отрезок круглого ферритового стержня марки 400НН (или 600НН) диаметром 8 и длиной 25—30 мм. К каркасу с наружной стороны приклеивают отрезки медного изолированного провода диаметром 1,3—1,5 мм, концы которых будут ногами фигурки животного (или рук и ног человечка) и одновременно выводами приемника, к которым подключают наружную антенну, заземление и головные телефоны. Затем на каркас надевают задуманное оформление. Это могут быть детали, выпиленные из цветного листового органического стекла, гетинакса, фанеры или толстого картона, предварительно пропитанного жидким клеем «БФ-2» или цветным лаком.

Для приема радиостанции диапазона ДВ контурная катушка *L1* должна содержать 300—350 витков провода ПЭВ-1 0,15—0,2, а для приема радиостанции диапазона СВ — 150—180 витков такого же провода. Роль детектора *Д1* может выполнять любой точечный полупроводниковый диод, например, серий Д2, Д9.

Грубо приемник на волну радиостанции настраивают подбором конденсатора *С1*, а точно — ферритовым подстроечным сердечником. Чтобы улучшить селективность приемника, в цепь антенны (между контуром *L1C1* и антенной) на-

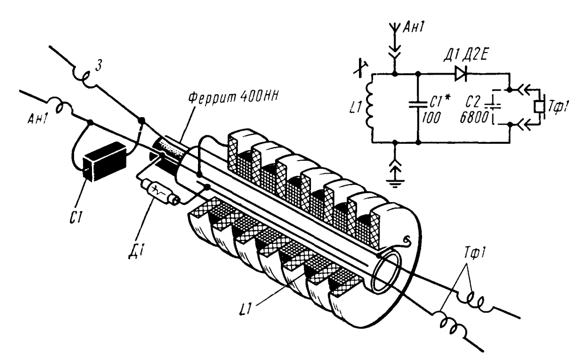


Рис. 73. Схема и конструкция детекторного приемника-сувенира

до включить конденсатор емкостью 82—120 пФ.

К детекторному приемнику-сувениру можно добавить двухкаскадный усилитель, собранный, например, по одной из схем, приведенных на рис. 26. Входные проводники усилителя подключают к детекторному приемнику вместо головных телефонов. При этом входной резистор *R1* усилителя выполняет роль нагрузки детектора, а создающиеся на нем колебания звуковой частоты усиливаются обоими каскадами усилителя. Нагрузкой выходного транзистора усилителя может быть телефонный капсюль ДЭМ-4м. Можно также использовать малогабаритную динамическую головку, например 0,1ГД-6, включив ее в коллекторную цепь транзистора *Т2* через выходной трансформатор (например, из набора деталей для самостоятельной сборки малогабаритных транзисторных приемников). Питать усилитель лучше всего от батареи «Крона» или двух батарей 3336Л, соединенных последовательно.

Усилитель вместе с источником питания можно смонтировать в подставке к детекторному приемнику.

Второй пример — миниатюрный рефлексный приемник, схема которого показана на рис. 74,*а*. По принципу работы он аналогичен приемнику, описанному на с. 42. Но он двухтранзисторный, и, кроме того, двухконтурный, что повышает его селективные свойства. Питаясь от одного элемента 316 или 332, он обеспечивает уверенный прием на магнитную антенну программ местной или отдаленной мощной радиостанции. Потребляемый ток не превышает 2 мА.

Входной контур магнитной антенны *Ан1*, настраиваемый на волну выбранной радиостанции, образуют катушка *L1* и конденсатор *С1*. Через катушку связи *L2* сигнал поступает на вход двухкаскадного усилителя. Роль высокочастотной нагрузки усилителя выполняет колебательный контур, состоящий из катушки *L3* высокочастотного трансформатора и конденсатора *С5*, настроенный на несущую частоту принимаемой станции. Выделенный контуром сигнал подается через катушку *L4* трансформатора на детектор *Д1*. С нагрузки детектора, функцию которого выполняет резистор *R3*, колебания звуковой частоты поступают через конденсатор *С2* и катушку связи *L2* на вход того же усилителя, но работающего теперь и как усилитель НЧ. Телефон *Тф1*, являющийся его нагрузкой, преобразует колебания звуковой частоты в звук.

Вместо транзисторов КТ315Б, указанных на схеме, в приемнике можно использовать транзисторы серий КТ301, КТ306, КТ312, КТ316 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 100. Электролитический конденсатор *С2* — К50-6, конденсаторы *С3* и *С4* — КЛС, *С1* и *С5* — КДК или КСО. Телефон *Тф1* — ТМ-2М, ТМ-4М или капсюль ДЭМШ-4М.

Для магнитной антенны используйте стержень диаметром 8 и длиной 55—60 мм из феррита марки 600НН, для высокочастотного трансформатора *L3L4* — тороидальный сердечник (кольцо) диаметром 7 мм из феррита такой же марки. Для приема, например, радиостанции «Маяк», работающей в диапазоне СВ, катушка *L1* должна содержать 70—75 витков, *L2* (ее наматывают поверх катушки *L1*) — 5—6 витков, обмотка *L3* высокочастотного трансформатора — 75 витков, обмотка *L4* — 60 витков провода ПЭВ-1 0,1—0,12. Для

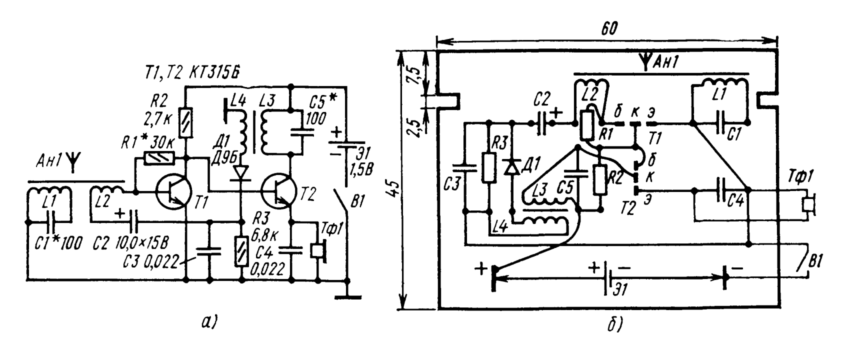


Рис. 74. Схема (*а*) и монтажная плата (*б*) миниатюрного рефлексного приемника

приема той же радиостанции, но работающей в диапазоне ДВ, нужно намотать соответственно 210—220, 15—20, 110—120 и 70—80 витков такого же провода. Каркас катушки *L1* должен с небольшим трением перемещаться по ферритовому стержню.

Детали приемника монтируйте на плате из гетинакса толщиной 1,5 мм. Размеры платы и схема соединения деталей на ней показаны на рис. 74,*б*. Прямоугольные углубления в плате служат для крепления на ней ферритового стержня магнитной антенны с помощью резиновых колец.

Приемник налаживайте в такой последовательности. Вместо резистора *R1* в цепь базы транзистора *T1* включите последовательно соединенные постоянный резистор на 15—20 кОм и переменный на 30—47 кОм, а вместо конденсатора *C1* — конденсатор переменной емкости на 200—250 пФ. Правый (по схеме) вывод конденсатора *C2* переключите на минусовый проводник цепи питания, телефон подключите параллельно резистору *R3*, а вместо телефона в цепь эмиттера транзистора *T2* включите резистор сопротивлением 56—68 См. Изменяя сопротивление переменного резистора и емкость конденсатора входного контура, добейтесь наиболее громкого приема выбранной радиостанции. Если приемник самовозбуждается, то поменяйте местами включение выводов катушки связи *L2* или обмотки *L4* высокочастотного трансформатора. После этого во входной контур включите постоянный конденсатор такой емкости, при котором будет слышна та же станция, конденсатор переменной емкости подключите к обмотке *L3* трансформатора и добейтесь с его помощью еще большей громкости, после чего замените его постоянным конденсатором такой же емкости.

Затем восстановите первоначальные включения конденсатора *C2* и телефона — громкость радиоприема должна резко возрасти. Подстройте входной контур перемещением катушки *L1* по ферритовому стержню, дополнительно подберите сопротивление временной цепочки резисторов в базовой цепи транзистора *T1* и замените ее постоянным резистором такого же номинала. Если теперь возникнет самовозбуждение, устраняйте его изменением положения высокочастотного трансформатора относительно стержня магнитной антенны.

Третий пример — простейшее сторожевое устройство, которое можно применить, например, для охраны юннатского участка от домашних животных.

Устройство (рис. 75) состоит из электронного реле на транзисторе *T1*, тринистора *Д1*, электромагнитного реле *R1* и шлейфа $R_ш$ — медного обмоточного провода диаметром 0,1—0,2 мм, образующего петлю вокруг охраняемого объекта. Провод охранного шлейфа подвешивают на колышках высотой 150—200 мм.

Пока шлейф невредим, база транзистора *T1* соединена через его небольшое сопротивление с эмиттером. В это время транзистор и тринистор *Д1* закрыты, и ток, потребляемый устройством от батареи питания *Б1*, не превышает 60 мкА. При обрыве провода на базу транзистора начинает подаваться через резистор *R1* отрицательное напряжение смещения, которое открывает транзистор. Одновременно через открывшийся транзистор на управляющий электрод тринистора *Д1* начинает поступать положительное напряжение батареи питания. Тринистор при этом открывается,

электромагнитное реле *Р1* срабатывает и своими контактами (на схеме не показаны) включает сигнальное устройство, например электрозвонок. После устранения обрыва провода шлейфа вновь устанавливается дежурный режим сторожевого устройства.

В устройстве могут работать маломощные низкочастотные транзисторы серий МП39—МП42 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Тринистор может быть любым из серии КУ101. Электромагнитное реле РЭС-10 (паспорт РС4.524.304), батарея питания 3336Л или составленная из трех элементов 332.

Налаживание устройства сводится к подбору резистора *R1* в зависимости от сопротивления провода, используемого для охранного шлейфа. Чем тоньше и длиннее провод, тем больше будет его сопротивление, тем меньше должно быть сопротивление резистора *R1*. Надо подобрать такой резистор, чтобы при подключенном проводе транзистор был надежно закрыт, а при отключении открывался и срабатывало реле.

Четвертый пример — автомат включения освещения. Такое электронное устройство можно использовать для управ-

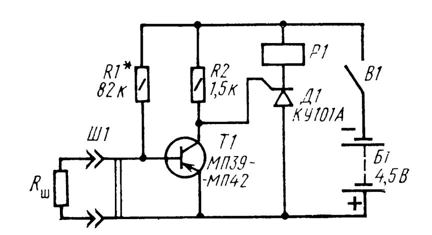


Рис. 75. Схема сторожевого устройства

ления освещением территории пионерлагеря, для автоматического включения и выключения дежурного освещения в спальных корпусах, лагерной иллюминации.

Схема такого автомата изображена на рис. 76,*а*. Его светочувствительным датчиком служит фоторезистор *R1*, устанавливаемый в таком месте, которое не освещается искусственным светом. Вместе с подстроечным резистором *R2* он образует делитель, с которого на базу транзистора *Т1* подается отрицательное напряжение смещения. В светлое время суток, когда сопротивление фоторези-

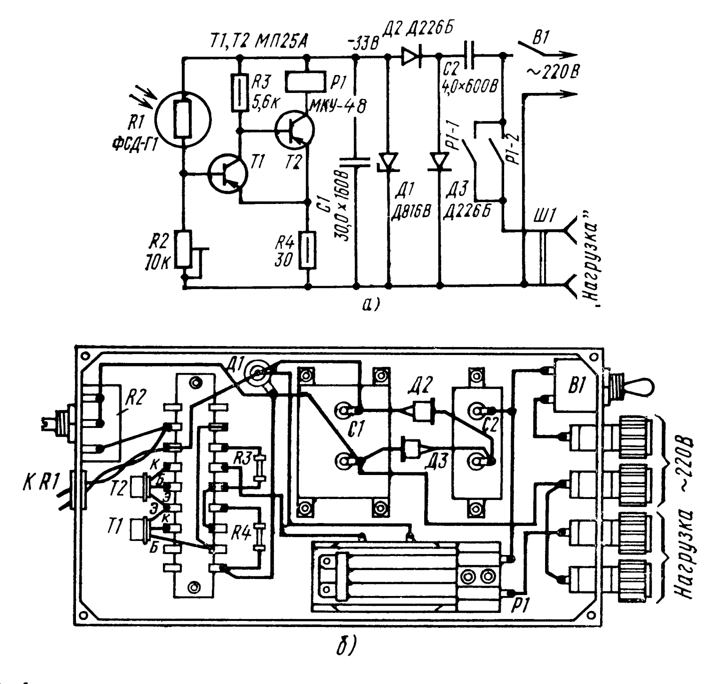


Рис. 76. Автомат включения искусственного освещения

стора мало́, напряжение на делителе таково, что оно открывает транзистор *T1*. Транзистор *T2* в это время оказывается закрытым, обмотка электромагнитного реле *P1*, включенного в коллекторную цепь, обесточенной, а контакты реле, включающие нагрузку, разомкнутыми.

В вечернее время суток, когда освещенность ослабевает, сопротивление фоторезистора увеличивается, отчего отрицательное напряжение на базе транзистора *T1* уменьшается. При этом транзистор *T1* закрывается, а транзистор *T2*, наоборот, открывается. В этот момент срабатывает реле *P1*, и его контакты, замыкаясь, включают лампы освещения. В таком состоянии автомат и управляемая им нагрузка находятся до рассвета. Как только освещенность достигнет некоторого уровня, транзистор *T1* вновь откроется, транзистор *T2* закроется, а реле *P1*, отпуская, размыкающимися контактами выключит лампы искусственного освещения.

Автомат питается от сети переменного тока через выпрямитель на диодах *Д2*, *Д3*. Конденсатор *C2* гасит избыточное напряжение сети. Конденсатор *C1* сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, а стабилитрон *Д1* стабилизирует это напряжение.

Возможная конструкция автомата показана на рис. 76,*б*. Его корпусом служит металлическая коробка размерами примерно 210×110×80 мм, защищающая детали от механических повреждений, влаги. Крышка съемная. Сетевое питание и нагрузку подключают к соответствующим гнездам-зажимам, изолированным от металлического корпуса. Провода, идущие к фоторезистору, пропускают через отверстие в боковой стенке корпуса.

Фоторезистор *R1* может быть типа ФСД-Г1 или ФСД-1. Резисторы *R3* и *R4* — МЛТ-0,5, *R2* — СП или СПО. Конденсаторы *C1* и *C2* типа МБГО-2. Но конденсатор *C1* может быть и электролитическим, например К50-6 емкостью 50—100 мкФ на номинальное напряжение 50 В. Выключатель питания *B1* — тумблер ТП1-2. Транзисторы могут быть серий МП25, МП26 с любым буквенным индексом.

Электромагнитное поле *P1*, выполняющее функцию исполнительного механизма, типа МКУ-48, рассчитанное на переменное напряжение 127 В. Выбор такого реле обусловлен тем, что оно хорошо срабатывает от источника постоянного тока напряжением 24—26 В и не дает дребезга контактов даже при значительных пульсациях выпрямленного переменного напряжения. Контакты реле (на схеме *P1.1* и *P1.2*) соединяют параллельно для уменьшения нагрузки на каждый из них.

Надо иметь в виду, что этот автомат, включающий нагрузку, имеет непосредственный контакт с электросетью, поэтому в целях соблюдения техники безопасности выключатель питания *B1* должен быть включен в фазовый провод сети, а при налаживании автомата не забывать о сравнительно высоком напряжении электроосветительной сети.

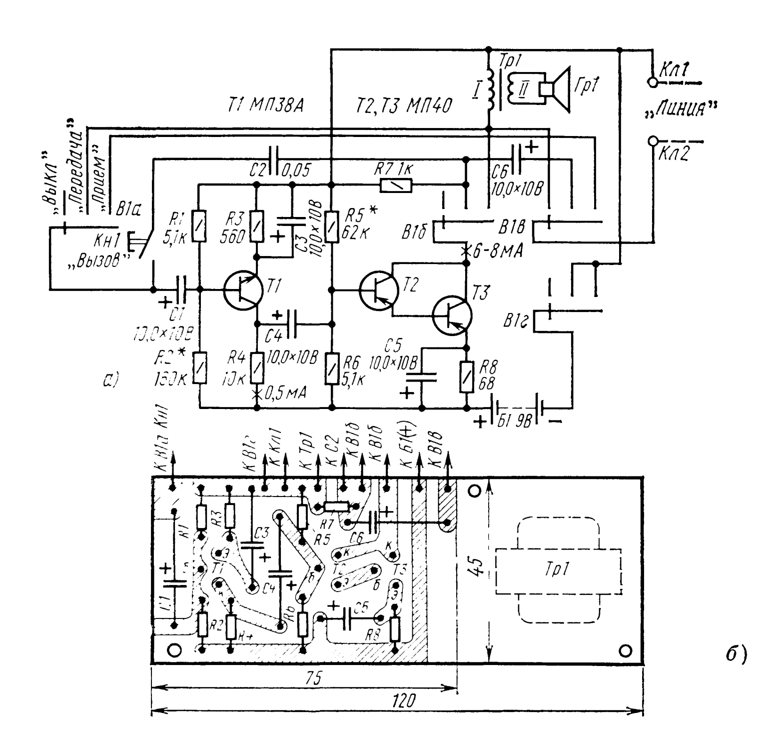
Работоспособность автомата проверяют, периодически затемняя фоторезистор. При затемнении, например закрывании его темной материей, реле должно четко срабатывать, а электролампа, подключенная к гнездам-зажимам «Нагрузка», загораться, а при освещении фоторезистора — гаснуть. Порог, т. е. момент срабатывания автомата, устанавливают подстроечным резистором *R2* в вечернее время.

Фоторезистор налаженного автомата следует поместить в прозрачный футляр, например хорошо протертую стеклянную банку с крышкой, защищающую фоторезистор от осадков. Размещают его в таком месте, чтобы днем на фоторезистор не попадали прямые солнечные лучи, а в ночное время — свет искусственного освещения. Время от времени футляр фоторезистора надо начисто протирать, иначе чувствительность автомата будет изменяться.

Пятый пример — переговорное устройство, позволяющее установить двустороннюю связь между, например, пионерской комнатой и дежурным по спальному корпусу. Для этого потребуются два идентичных переговорных аппарата, которые соединяют между собой двухпроводной линией связи.

Схема одного из таких переговорных аппаратов приведена на рис. 77,*а*. Через линию связи, представляющую собой два провода длиной до нескольких сотен метров, его зажимы *Кл1* и *Кл2* соединяют с такими же зажимами второго аппарата. В положении переключателя *B1* «Выкл» аппараты обесточены. В положении «Передача» можно передавать абоненту то или иное сообщение, а в положении «Прием» — слушать абонента второго аппарата. Таким образом, передача и прием сообщений абонентами ведется поочередно: один передает, а второй слушает и наоборот.

Переговорный аппарат состоит из двухкаскадного усилителя НЧ, переходного трансформатора *Тр1* с динамиче-



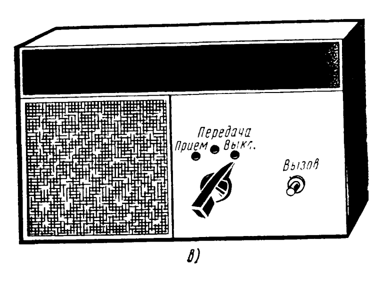


Рис. 77. Схема и конструкция переговорного устройства

ской головкой *Гр1*, переключателя вида работы и, конечно, батареи питания *Б1* напряжением 9 В. В первом каскаде усилителя работает транзистор *Т1* структуры *n-p-n*, во втором — транзисторы *Т2* и *Т3* структуры *p-n-p*, включенные по схеме составного транзистора. Связь между каскадами емкостная, через конденсатор *С4*. Во время передачи нагрузкой второго каскада усилителя служит резистор *R7*, во время приема — трансформатор *Тр1*. Во время передачи динамическая головка *Гр1* выполняет роль микрофона.

Исходное положение переключателей вида работы обоих аппаратов — «Выкл». Чтобы вызвать абонента, надо переключатель установить в положение «Передача», нажать кнопку *Кн1* «Вызов», затем, спустя несколько секунд, отпустить кнопку и начать говорить перед динамической головкой. При нажатии на кнопку «Вызов» через конденсатор *С2* между выходом и входом усилителя образуется ПОС по переменному току, и усилитель возбудится — превратится в генератор колебаний звуковой частоты. Этот сигнал через конденсатор *С6*, секцию *В1в* переключателя и проводную линию связи будет подан на первичную обмотку трансформатора второго аппарата, и в его динамической головке появится звуковой сигнал вызова. Услышав его, абонент должен перевести переключатель своего аппарата в положение «Прием» и слушать.

Во время передачи сообщения динамическая головка преобразует звуковые волны в колебания звуковой частоты, которые через первичную обмотку трансформатора *Тр1*, секцию *В1а* переключателя и конденсатор *С1* подаются на вход усилителя и усиливаются им. С резистора *R7*, выполняющего в это

время роль нагрузки, усиленный сигнал звуковой частоты поступает ко второму аппарату и его головкой преобразуется в звук.

Чтобы услышать абонента, переключатель первого аппарата надо установить в положение «Прием», переключатель аппарата абонента — в положение «Передача» и говорить перед динамической головкой. При этом сущность действия аппаратов остается такой же, но в обратном порядке: второй аппарат становится передающим, а первый — приемным. Закончив разговор, переключатели обоих аппаратов устанавливают в положение «Выкл», т. е. в дежурный режим.

Детали переговорного аппарата, кроме динамической головки, переключателя вида работы и кнопки вызова, можно смонтировать на печатной плате размерами 120×45 мм (рис. 77,*б*), выполненной из фольгированного стеклотекстолита или гетинакса. Статический коэффициент передачи тока транзисторов не менее 50. Причем вместо транзистора МП38 можно использовать транзисторы серий МП35—МП37, КТ315, а вместо МП40 — транзисторы МП39, МП41, МП42. Постоянные резисторы — МЛТ-0,5 или МЛТ-0,25. Конденсатор *С2* — типа БМ, МБМ или КЛС, электролитические конденсаторы — К50-3, К50-1. Переключатель вида работы *В1* — галетного типа на три положения и четыре направления, кнопочный выключатель — КМ1-1. Функцию согласующего трансформатора *Тр1* выполняет выходной трансформатор транзисторного приемника с двухтактным выходом (включается половина первичной обмотки). Динамическая головка мощностью 0,5—1 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 4—8 Ом, например 0,5ГД-12, 1ГД-40.

Монтажную плату помещают в футляр подходящих размеров (рис. 77,*в*). На передней стенке футляра укрепляют динамическую головку, переключатель вида работы и кнопку вызова.

Налаживание переговорного аппарата, как и любого усилителя НЧ, сводится к подгонке режимов работы транзисторов по постоянному току. Делают это при установке переключателя *В1* в положение «Передача». Ток покоя коллекторной цепи транзистора *Т1* устанавливают подбором резистора *R2*, составного транзистора *Т2Т3* — подбором резистора *R5*.

Для линии связи можно использовать любой провод с надежным изоляционным покрытием.

Эти примеры надо рассматривать как некоторые рекомендации по практической деятельности радиотехнического кружка в пионерском лагере. Вообще же тематика конструирования может быть весьма разнообразной. В план кружка, например, можно включить конструирование более сложных походных приемников, мегафонов, игровых автоматов, фототира и многое другое, что полезно и самим радиолюбителям и пионерскому лагерю в целом.

Работу кружка надо планировать так, чтобы к концу смены все задуманные или начатые конструкции обязательно были законченными и, конечно, показаны на итоговой выставке. Иначе ребята не получат удовлетворения от работы в кружке.

И все же смена — это не так уж мало. Во всяком случае за время пребывания в лагере совсем начинающий радиолюбитель успеет смастерить простейший приемник или усилитель, и, как сувенир, увезти его домой. Кружок обогатит ребят некоторыми элементарными знаниями и навыками работы с простейшими электронными устройствами и приборами, что им, бесспорно, пригодится в повседневных делах, в дальнейшем радиолюбительском творчестве.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Важнейшие даты жизни и деятельности великого русского ученого, изобретателя радио А. С. Попова

16 марта 1859 г.	В поселке Турьинские рудники Пермской губернии (ныне Краснотурьинск Свердловской области) родился А. С. Попов.
1873—1877 гг.	Учеба в Пермской духовной семинарии, где он окончил 4 класса и удостоен учительского звания.
Сентябрь 1877 г.	Отлично сдав экзамен на аттестат зрелости, поступает на математическое отделение физико-математического факультета Петербургского университета.
1881 г.	Участвует в организации Петербургской электротехнической выставки.
Март 1883 г.	По окончании университета оставлен при кафедре физики для подготовки к профессорскому званию.
Сентябрь 1883 г.	Перешел на службу в качестве ассистента по электротехнике и заведующего физическим кабинетом в Минный офицерский класс в Кронштадте, где проработал около 18 лет (с 1888 г. читал курс практической физики).
1889 г.	В лекции об электромагнитных волнах, прочитанной в морском собрании Кронштадта, высказал мысль о возможности использования этих волн для передачи сигналов без проводов. Летом, во время каникул, работает директором электростанции на Нижегородской ярмарке. Эту службу совмещает до 1898 г.
1894 г.	Избран членом Французского физического общества. Год настойчивых экспериментов и конструкторской работы по созданию «Грозоотметчика», мощного вибратора и антенны.
7 мая 1895 г.	А. С. Попов выступает на заседании Русского физико-химического общества в Петербургском университете и демонстрирует первый в мире радиоприемник. В ознаменование этого выдающегося события Советским правительством в 1945 году установлен ежегодный праздник — День радио.
Январь 1896 г.	В журнале Русского физико-химического общества опубликована статья А. С. Попова с описанием работы радиоприемника.
24 марта 1896 г.	На заседании Русского физико-химического общества А. С. Попов демонстрирует установку для беспроволочного телеграфирования и передает на расстояние в 250 м первую в мире радиограмму.
Март—апрель 1897 г.	Осуществил радиосвязь на Кронштадском рейде на расстоянии в 700 м.
Май 1897 г.	Изобрел вибратор большой мощности, разработал новую конструкцию когерера и «манипулятор».
Июнь 1897 г.	Достигнута дальность радиосвязи в 5 км между судами «Европа» и «Африка». В отчете об этих опытах А. С. Попов высказал идеи для осуществления радиолокации и радионавигации.
Сентябрь 1898 г.	А. С. Попов установил бесперебойную двустороннюю радиосвязь в транзундском рейде между судами «Европа» и «Африка», действовавшую в течение двух недель на расстоянии свыше 5 км.
10 июня 1899 г.	Помощники А. С. Попова — П. Н. Рыбкин и Д. С. Троицкий — во время опытов в Транзунде обнаруживают возможность приема радиосигналов на слух.

Июль 1899 г.	А. С. Попов разрабатывает телефонный радиоприемник и подает заявку на это изобретение (патент был выдан лишь 30 ноября 1901 г.). Провел опыты радиосвязи с воздушным шаром.
Сентябрь 1899 г.	Испытал радиостанции на маневрах Черноморской эскадры и достиг дальности связи в 24 км. Впервые в мире применил для радиостанций позывные.
13 ноября 1899 г.	Броненосец «Генерал-адмирал Апраксин» сел на камни у о. Гогланд в Финском заливе. Отсутствие связи (до ближайшего города Котка 40 км) тормозило спасательные работы и угрожало броненосцу гибелью. А. С. Попову поручается организация радиосвязи между о. Гогландом и г. Коткой.
6 февраля 1900 г.	Открыта первая в мире практическая линия радиосвязи между о. Гогланд и о. Кутсало (близ Котки). Первая радиограмма А. С. Попова на Гогланд содержала приказ ледоколу «Ермак» оказать помощь рыбакам, унесенным в море. Сигнал о бедствии на море помог спасти 27 рыбаков.
Апрель 1900 г.	А. С. Попов организовал при Кронштадтском порте мастерскую по ремонту и изготовлению радиоаппаратуры.
Лето 1900 г.	А. С. Попов и Д. С. Троицкий создали первые в мире походные радиостанции, продемонстрировав их огромные преимущества на маневрах 148-го Каспийского полка.
Август 1900 г.	А. С. Попов награжден большой золотой медалью и дипломом за радиостанции, демонстрировавшиеся на Всемирной электротехнической выставке в Париже.
Сентябрь 1901 г.	А. С. Попов осуществил радиосвязь между г. Тендра и Одессой и организовал первую линию гражданской радиосвязи. Назначен профессором физики Петербургского электротехнического института, избран почетным членом Русского технического общества.
1903 г.	А. С. Попов достиг дальности радиосвязи в Финском заливе на 126 км с записью на телеграфную ленту.
Август 1903 г.	А. С. Попов участвует в работах Первой международной радиотелеграфной конференции в Берлине, где получил полное признание своих заслуг.
Октябрь 1905 г.	А. С. Попов сделал сообщение на заседании Русского физико-химического общества о построенных им волномерах.
9 октября 1905 г.	А. С. Попов избран директором Электротехнического института.
11 января 1906 г.	Избран председателем физического отделения Русского физико-химического общества.
13 января 1906 г.	А. С. Попов скоропостижно скончался.

2. Примерная программа кружка по подготовке значкистов «Юный радиолюбитель»

Тема 1. Наша страна — родина радио (2 ч).

7 мая — традиционный праздник День радио. Изобретатель радио — русский ученый-экспериментатор А. С. Попов. История развития радиотехники и радиолюбительства в нашей стране. В. И. Ленин о радио, как о «газете без бумаги и расстояний».

Значение радиотехники и электроники в науке, техническом прогрессе, культурной жизни, в завоевании космоса и обороне страны.

Радиолюбители — резерв специалистов для радиотехнической промышленности, организаций связи, Вооруженных Сил страны.

Спортивно-технические клубы ДОСААФ и внешкольные учреждения — центры радиолюбительского конструирования и радиоспорта.

Тема 2. Элементы электро- и радиотехники (6 ч).

Понятие о строении вещества, электрическом токе и его свойствах. Гальванический элемент — простейший источник постоянного тока. Проводники, полупроводники и непроводники тока. Электрические величины и приборы для их измерения.

Закон Ома и его практическое применение.

Понятие о периоде, частоте и амплитуде (напряжении) переменного тока. Электроосветительная сеть — источник питания радиоаппаратуры.

Устройство, электрические свойства и назначение конденсаторов, резисторов. Единицы измерения емкостей конденсаторов и сопротивлений резисторов. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов и резисторов.

Устройство и принцип действия микрофона, электромагнитного головного телефона. Преобразование звуковых колебаний воздуха в электрические колебания звуковой частоты, а электрических — в звуковые.

Условные графические обозначения электро- и радиотехнических деталей и устройств на принципиальных электрических схемах.

Структурная схема радиовещательного тракта. Понятие о генерировании тока высокой частоты, амплитудной модуляции, излучении и распространении электромагнитных волн. Длина радиоволны. Сущность работы радиовещательного приемника. Диапазоны радиоволн.

Практические работы. Ознакомление с устройством гальванического элемента и батареей 3336Л, конструкциями конденсаторов и резисторов. Расчет суммарных емкостей и сопротивлений последовательно и параллельно соединяемых конденсаторов и резисторов. Опыты с замкнутой электрической цепью. Расчет элементов цепи.

Сборка и испытание простейшего устройства для двусторонней проводной связи.

Практика черчения графических обозначений электро- и радиотехнических элементов на принципиальных схемах в соответствии с действующими ГОСТ.

Тема 3. Простейший радиоприемник (4 ч).

Принципиальная электрическая схема детекторного приемника. Назначение антенны и заземления. Колебательный контур — селективный (избирательный) элемент приемника, понятие о его работе. Конструкции катушек индуктивности и способы настройки колебательных контуров.

Детектирование амплитудно-модулированных колебаний высокой частоты. Низкочастотная и высокочастотная составляющие продетектированного сигнала.

Головной телефон — преобразователь электрических колебаний низкой частоты в звуковые колебания. Роль конденсатора, блокирующего головной телефон.

Возможные неисправности в цепях простейшего радиоприемника, способы их обнаружения и устранения.

Практические работы. Коллективное изготовление двух-трех конструкций катушек колебательных контуров, макетирование детекторного приемника и опыты с ним. Вычерчивание схем опробованных вариантов приемника.

Примечание. Конструирование детекторных приемникв планируется с учетом местных условий и интересов кружковцев.

Тема 4. Пробники и измерительные приборы первой необходимости (6 ч).

Пробники с применением головных телефонов, лампы накаливания, диода и гальванических элементов для проверки электрических контактов, контурных

катушек, обмоток трансформаторов, конденсаторов, низкочастотных и высокочастотных цепей приемника. Мультивибратор в качестве источников сигналов для проверки конструируемых усилителей и приемников.

Миллиамперметр постоянного тока: схема, расчет шунта.

Вольтметр постоянного тока: схема, расчет дополнительного резистора. Входное сопротивление вольтметра и его влияние на измеряемую цепь. Выбор стрелочного индикатора (микроамперметра) для вольтметра постоянного тока. Многопредельный вольтметр.

Простейший омметр: схема, источник питания, расчет дополнительного резистора и переменного резистора установки «нуля». Градуировка шкалы омметра.

Комбинированный измерительный прибор — авометр: схема, возможная конструкция.

Практика пользования измерительными приборами.

Практические работы. Конструирование пробников, мультивибраторов для проверки деталей, узлов усилителей, приемников. Монтаж, испытание и градуировка шкал миллиамперметров, омметров, вольтметров для коллективного и индивидуального пользования.

Тема 5. Полупроводниковые диоды и транзисторы (6 ч).

Полупроводниковые материалы и их свойства. Понятие о полупроводниках типа *p*, типа *n* и *p-n*-переходе.

Устройство, обозначение и принцип действия точечного и плоскостного диодов. Прямые и обратные напряжения и токи диода. Вольт-амперная характеристика диода. Маркировка, основные параметры и применение точечных и плоскостных диодов.

Стабилитрон: принцип работы, вольт-амперная характеристика, основные параметры, применение.

Транзисторы — полупроводниковые приборы для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов. Схематическое устройство, условные обозначения и принцип работы биполярных транзисторов структур *p-n-p* и *n-p-n*. Полярность подключения источника питания. Схемы включения биполярных транзисторов: с общим эмиттером (ОЭ), с общим коллектором (ОК), с общей базой (ОБ). Понятие о входном и выходном сопротивлениях транзисторного каскада. Статический коэффициент передачи тока ($h_{21Э}$) и обратный ток коллекторного перехода ($I_{КБО}$) — основные параметры, характеризующие усилительные свойства и качество биполярных транзисторов. Измерение этих параметров. Способы установки и термостабилизации режима работы транзистора. Транзистор в режиме переключения и усиления.

Классификация и маркировка биполярных транзисторов широкого применения.

Полевой транзистор: схематическое устройство, обозначение, принцип действия, основные параметры: ток стока ($I_{ст}$), крутизна характеристики тока стока (S). Схемы включения. Применение полевых транзисторов. Особенности монтажа биполярных и полевых транзисторов, защита их от теплового пробоя.

Пользование справочной литературой по полупроводниковым приборам.

Практические работы. Знакомство с различными конструкциями диодов и транзисторов. Опыты, иллюстрирующие свойства диодов, работу транзисторов в режиме переключения и усиления. Измерение прямого и обратного сопротивлений диодов, параметров биполярных и полевых транзисторов.

Изготовление учебно-наглядных плакатов «Диоды» и «Транзисторы».

Тема 6. Усилитель низкой частоты (10 ч).

Усилитель низкой (звуковой) частоты — основная часть радиовещательного приемника, телевизора, магнитофона, радиовещательного узла, многих измерительных приборов.

Работа и назначение элементов двух-трехкаскадного усилителя низкой частоты на транзисторах структур *p-n-p* и *n-p-n*. Каскады предварительного усиления напряжения и усиления мощности (выходные каскады). Разновидности межкаскадных связей. Принцип действия двухтактного на трансформаторах и бестрансформаторного усилителей мощности.

Устройство, принцип работы и подключение динамической головки прямого излучения к выходу усилителя.

Понятие о входном сопротивлении, номинальной выходной мощности и чувствительности усилителя низкой частоты. Регулирование громкости (усиления) и тембра звука. Принципиальные схемы усилителей низкой частоты для малогабаритного («карманного») приемника, воспроизведения грамзаписи, маломощного радиоузла. Выбор источников питания.

Навесной и печатный монтаж. Техника монтажа, методы проверки и налаживания усилителя. Паразитные обрат-

ные связи в усилителе низкой частоты и способы их устранения.

Принципы повышения качества звуковоспроизведения.

Практические работы. Вычерчивание принципиальных схем усилителей. Подбор и проверка деталей, заготовка и разметка монтажных плат. Монтаж, испытание и налаживание усилителей низкой частоты к детекторному приемнику, для воспроизведения грамзаписи, для маломощной радиотрансляционной установки (по выбору кружковцев).

Тема 7. Приемник прямого усиления (10 ч).

Структурная схема и формула приемника прямого усиления. Принцип работы одно- и двухкаскадного усилителей колебаний высокой частоты. Магнитная антенна и ее направленные свойства. Способы связи усилителя с контуром магнитной антенны и между каскадами.

Понятие о селективности, чувствительности и полосе пропускания высокочастотного усилителя приемника.

Диодный и транзисторный детектор приемника прямого усиления. Диодный детектор с умножением выходного напряжения звуковой частоты. Нагрузка детекторного каскада. Рефлексные каскады приемника. Низкочастотный тракт приемника прямого усиления и его громкоговоритель. Паразитные обратные связи в приемнике прямого усиления и способы борьбы с ними.

Принципиальные схемы и назначение деталей приемников прямого усиления, намечаемых для конструирования в кружке. Методы проверки, испытания и налаживания приемников, приемы нахождения и устранения неисправностей в них.

Практические работы. Вычерчивание принципиальных схем приемников 1-V-1, 1-V-2, 2-V-3, в том числе с внутренними магнитными антеннами и рефлексных, с нагрузкой на головные телефоны и головки динамические прямого излучения. Подбор и предварительная проверка деталей, заготовка и разметка монтажных плат. Макетирование, монтаж, испытание и налаживание приемников (индивидуально или группами — в зависимости от сложности приемников, наличия деталей, подготовки и интересов кружковцев). Изготовление футляров для готовых приемников.

Тема 8. Сетевой блок питания (6 ч).

Преобразование переменного тока в постоянный. Однополупериодное и двухполупериодное выпрямление переменного тока. Мостовое включение диодов выпрямителя. Фильтр, сглаживающий пульсации выпрямленного тока.

Упрощенный расчет и изготовление трансформатора питания.

Принципиальные схемы выпрямителей для питания транзисторных конструкций: с фильтром, сглаживающим пульсации выпрямленного напряжения, со стабилизатором выпрямленного напряжения, с регулируемым выходным напряжением.

Техника безопасности при работе с сетевыми блоками питания.

Практические работы. Вычерчивание схем одно- и двухполупериодных выпрямителей переменного тока, принципиальных схем сетевых блоков питания. Подбор деталей, разметка плат, монтаж и испытание готовых выпрямителей и сетевых блоков для зарядки малогабаритных аккумуляторов и аккумуляторных батарей, для питания транзисторных конструкций.

Тема 9. Интегральные микросхемы и их применение (8 ч).

Что такое интегральная микросхема. Микросхемы разной степени интеграции. Аналоговые и логические интегральные микросхемы.

Примеры аналоговых и логических микросхем первой степени интеграции, их основные параметры и применение их в простых радиотехнических устройствах.

Конструкции интегральных микросхем, обращение и работа с ними. Обозначение интегральных микросхем на принципиальных схемах радиоэлектронной аппаратуры.

Принципиальные схемы и работа простых усилителей низкой частоты и приемников прямого усиления с применением интегральных микросхем.

Практические работы. Знакомство с конструкциями интегральных микросхем и системой маркировки их выводов. Вычерчивание принципиальных схем, заготовка деталей, конструирование и налаживание приемников и усилителей низкой частоты с применением интегральных микросхем.

Тема 10. Радиоспорт (2 ч).

Что такое радиоспорт, его разновидности и значение. Достижения советских радиоспортсменов - коротковолновиков, многоборцев-радистов в любительской радиопеленгации («Охота на лис»). Система и организация соревнований школьников по радиоспорту.

Как стать радиоспортсменом. Любительские диапазоны радиоволн. Организация и ведение двусторонних любительских связей. Порядок оформления позыв-

ных радиоспортсменов-наблюдателей, разрешений на постройку и эксплуатацию любительских радиостанций.

Экскурсия на радиостанцию спортивно-технического клуба ДОСААФ, внешкольного учреждения.

3. Адреса центральных станций юных техников союзных республик

РСФСР — 103055, Москва, К-55, Абонементный ящик 936.

Украинской ССР — 252001, Киев, 1, Абонементный ящик 74.

Белорусской ССР — 220030, Минск, 30, Красноармейская ул., 15.

Узбекской ССР — 700007, Ташкент, ГСП, Коммунистическая ул., 23.

Казахской ССР — 480098, Алма-Ата, ул. Ауэзова, 38-а.

Грузинской ССР — 380012, Тбилиси, проспект А. Церетели, 1.

Азербайджанской ССР — 370005, Баку, 5, ул. Низами, 44.

Литовской ССР — 232600, Вильнюс, ул. Жирмуну, 1-б.

Молдавской ССР — 277013, Кишинев, ул. Стефана Великого, 38.

Латвийской ССР — 226009, Рига, 9, ул. Аугуста Деглава, 45.

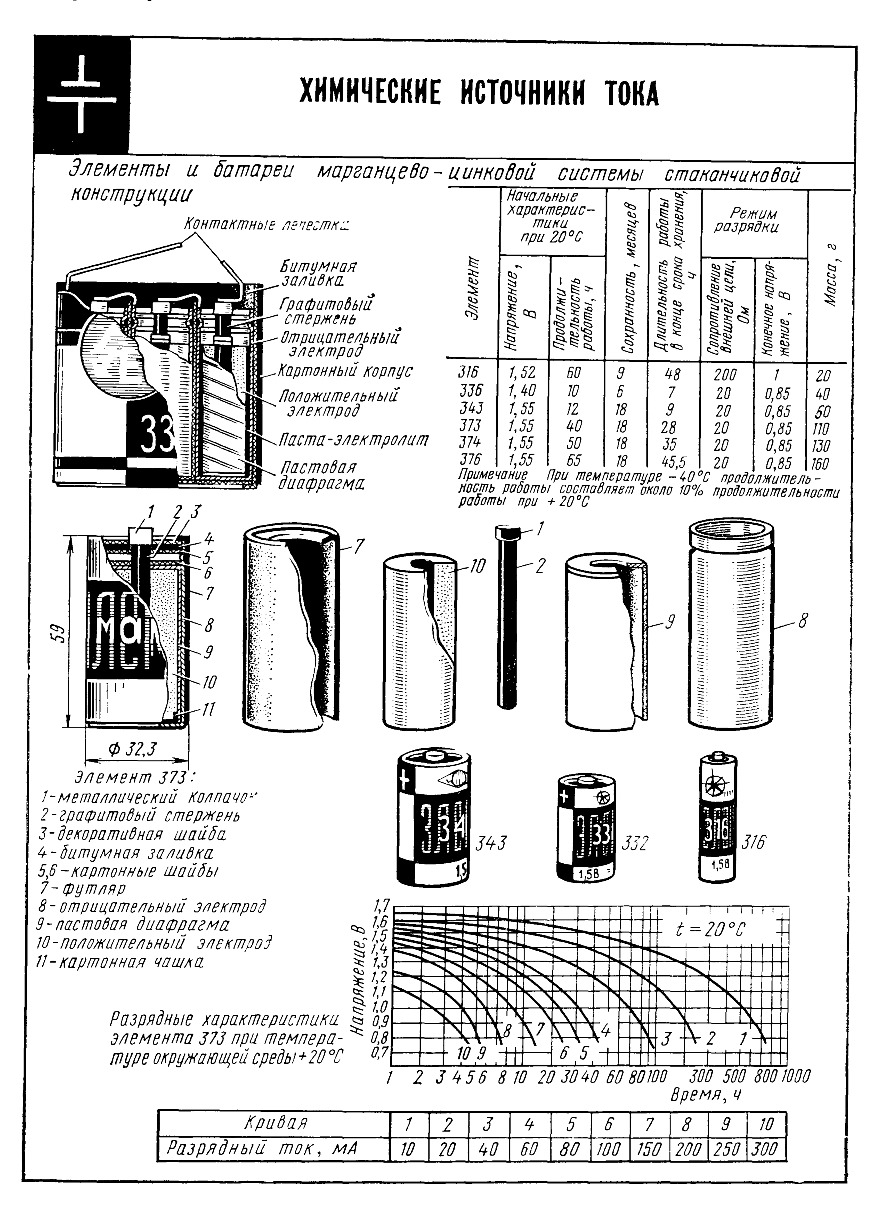
Киргизской ССР — 720017, Фрунзе, 17, ул. Белинского, 1.

Таджикской ССР — 734013, Душанбе, 13, 1-й проезд Лахути, 6.

Армянской ССР — 375000, Ереван, Абонементный ящик 59.

Туркменской ССР — 744000, Ашхабад, ул. Мопра, 53.

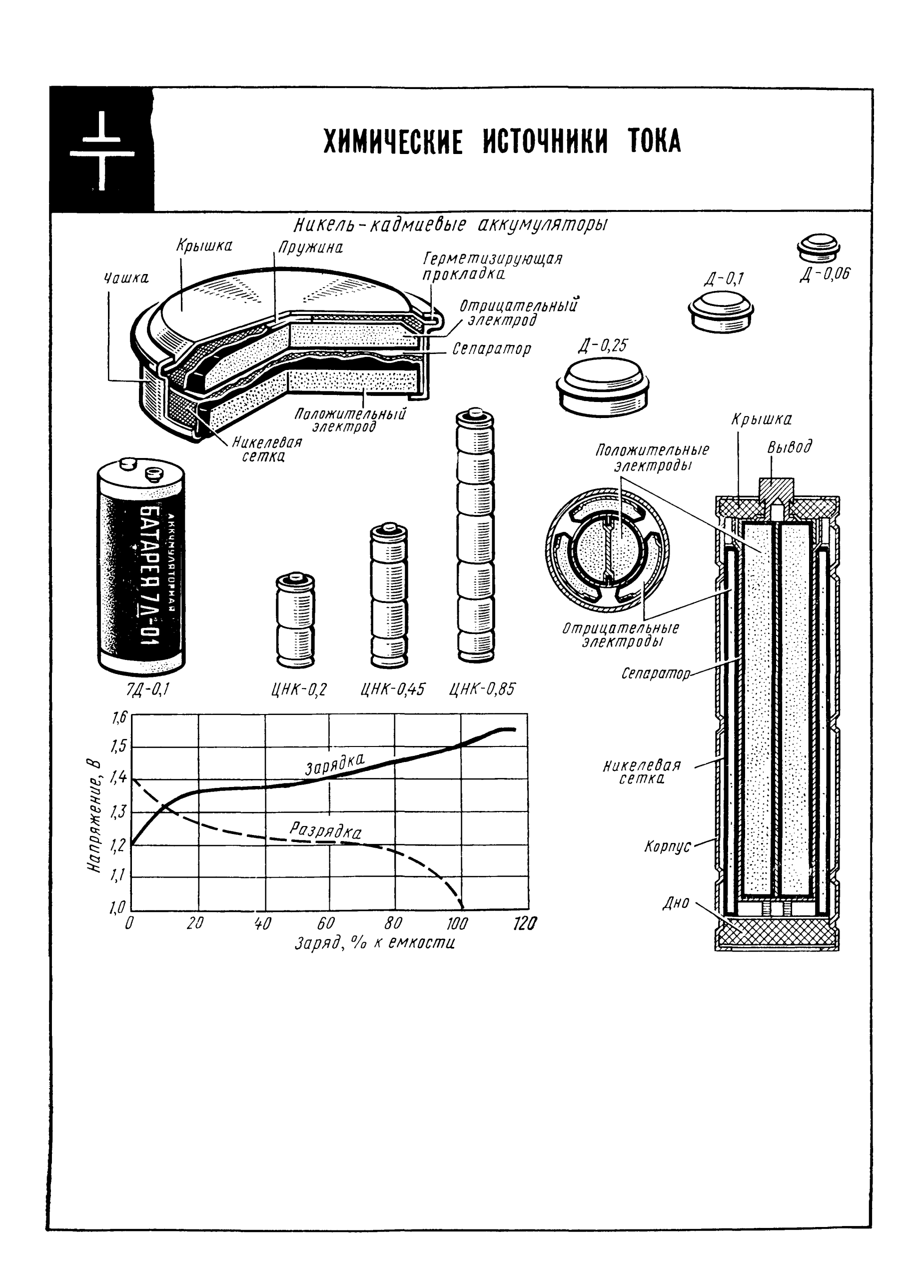
Эстонской ССР — 200001, Таллин, ул. Эндла, 22.

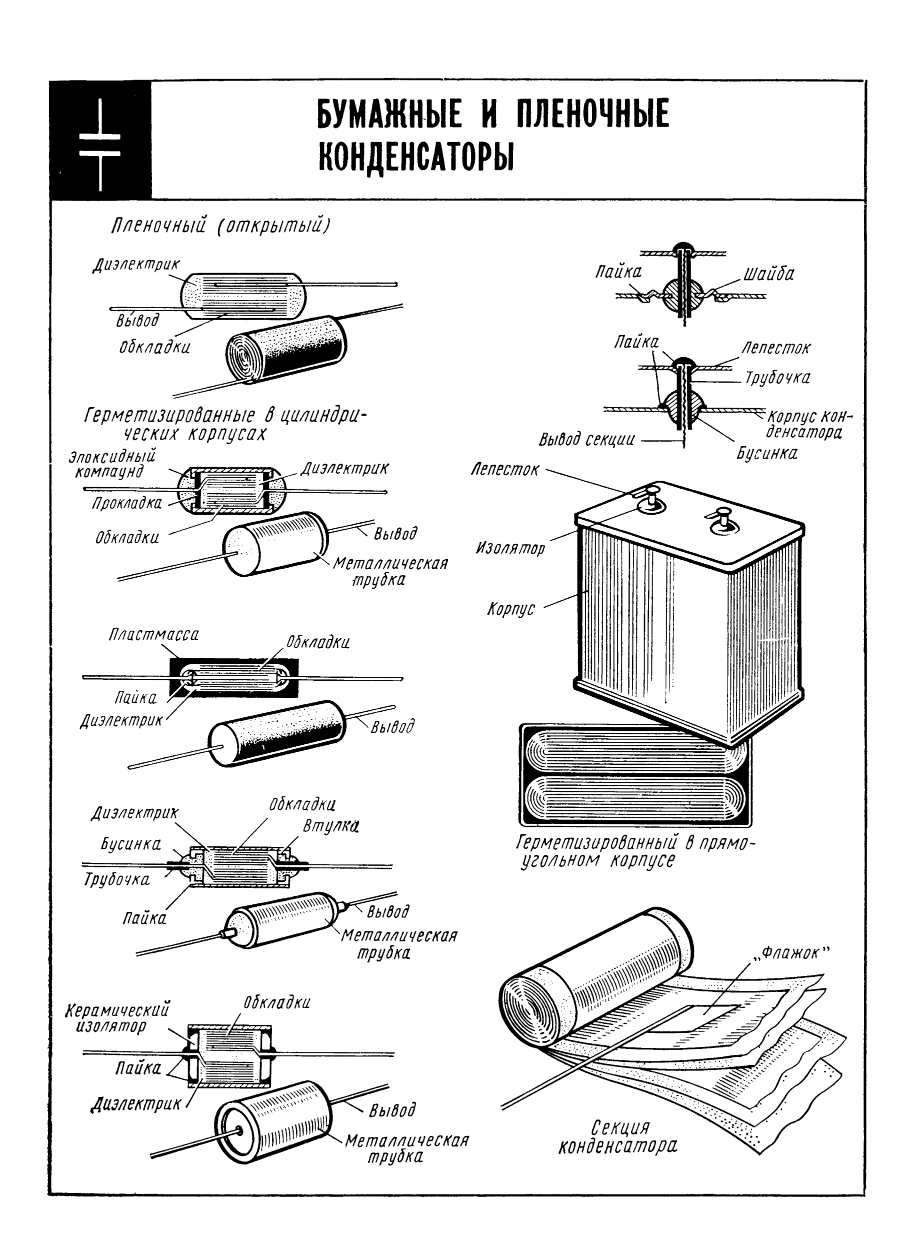


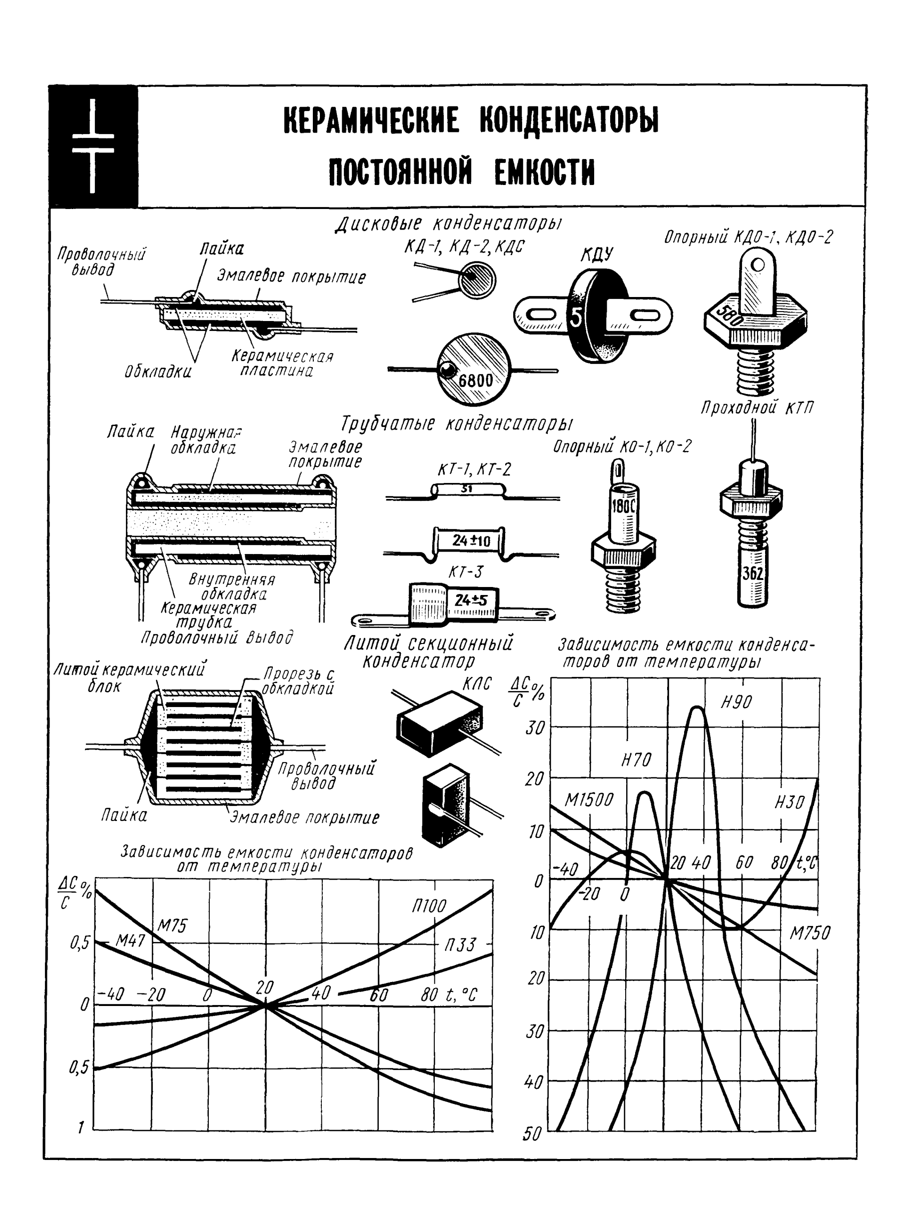
Элемент	Начальные характеристики при 20°С: Напряжение, В	Продолжительность работы, ч	Сохранность, месяцев	Длительность работы в конце срока хранения, ч	Режим разрядки: Сопротивление внешней цепи, Ом	Конечное напряжение, В	Масса, г
316	1,52	60	9	48	200	1	20
336	1,40	10	6	7	20	0,85	40
343	1,55	12	18	9	20	0,85	50
373	1,55	40	18	28	20	0,85	110
374	1,55	50	18	35	20	0,85	130
376	1,55	65	18	45,5	20	0,85	160

Примечание. При температуре −40°С продолжительность работы составляет около 10% продолжительности работы при +20°С

Кривая	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Разрядный ток, мА	10	20	40	60	80	100	150	200	250	300

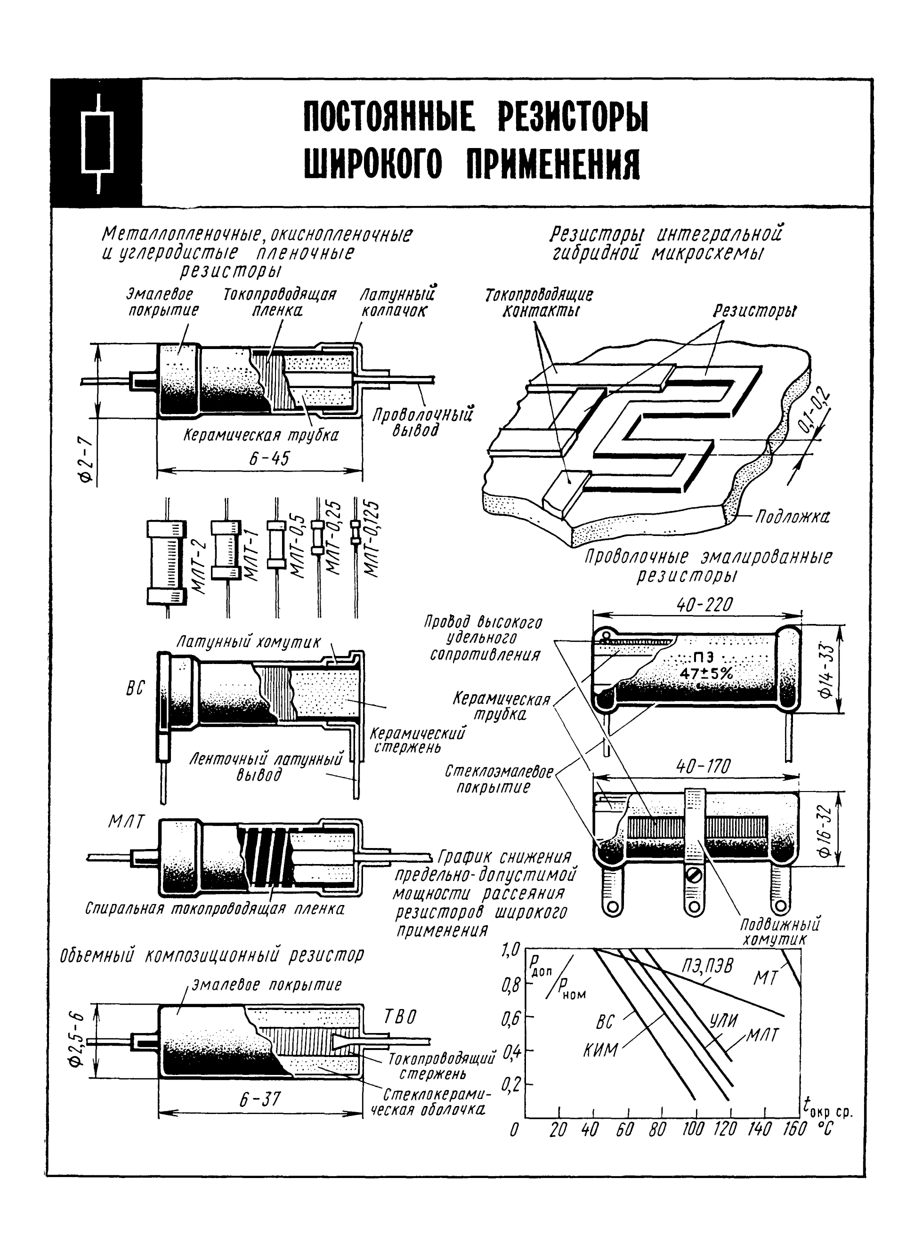

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА
Никель-кадмиевые аккумуляторы
Крышка
Пружина
Чашка
Герметизирующая прокладка
Отрицательный электрод
Сепаратор
Положительный электрод
Никелевая сетка
Д-0,06
Д-0,1
Д-0,25
АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 7Д-01
7Д-0,1
ЦНК-0,2
ЦНК-0,45
ЦНК-0,85
Крышка
Вывод
Положительные электроды
Отрицательные электроды
Сепаратор
Никелевая сетка
Корпус
Дно
Напряжение, В
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1,0
Зарядка
Разрядка
0
20
40
60
80
100
120
Заряд, % к емкости


БУМАЖНЫЕ И ПЛЕНОЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ
Пленочный (открытый)
Диэлектрик
Вывод
Обкладки
Герметизированные в цилиндрических корпусах
Эпоксидный компаунд
Диэлектрик
Прокладка
Обкладки
Вывод
Металлическая трубка
Пластмасса
Обкладки
Пайка
Диэлектрик
Вывод
Диэлектрик
Обкладки
Втулка
Бусинка
Трубочка
Пайка
Вывод
Металлическая трубка
Керамический изолятор
Обкладки
Пайка
Диэлектрик
Вывод
Металлическая трубка
Пайка
Шайба
Пайка
Лепесток
Трубочка
Корпус конденсатора
Вывод секции
Бусинка
Лепесток
Изолятор
Корпус
Герметизированный в прямоугольном корпусе
„Флажок"
Секция конденсатора



КЕРАМИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ
ПОСТОЯННОЙ ЕМКОСТИ
Дисковые конденсаторы
КД-1, КД-2, КДС
КДУ
Опорный КДО-1, КДО-2
Проволочный вывод
Пайка
Эмалевое покрытие
Обкладки
Керамическая пластина
6800
5
580
Проходной КТП
Трубчатые конденсаторы
Пайка
Наружная обкладка
Эмалевое покрытие
Внутренняя обкладка
Керамическая трубка
Проволочный вывод
КТ-1, КТ-2
51
24±10
КТ-3
24±5
Опорный КО-1, КО-2
180С
362
Литой секционный конденсатор
КЛС
Литой керамический блок
Прорезь с обкладкой
Проволочный вывод
Пайка
Эмалевое покрытие
Зависимость емкости конденсаторов от температуры
М75
М47
П100
П33
t, °C
Зависимость емкости конденсаторов от температуры
Н90
Н70
М1500
Н30
М750
t, °C

ПОСТОЯННЫЕ РЕЗИСТОРЫ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ





ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ ДИОДЫ И БЛОКИ

Al
Si-n
p-n переход
Si-n
Кристаллодержатель
Si-p
p-n переход
Si-n
Алюминиевый столбик

Конструкция диода малой мощности

Проволочный вывод
Металлическая трубка (ковар)
Стеклянный изолятор
Металлический корпус
Пластинка кремния n-типа
Кристаллодержатель
10
Проволочный вывод
Ф 11,4

Конструкция диода средней мощности

p-n переход
12
Шасси (радиатор)
Выводной лепесток
M5
Ф 13

Выпрямленный блок КЦ401Б (КЦ401В) и его схема

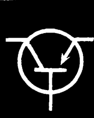
64
50
17
1 — 2
1' — 3
6 — 4
6' — 5

Усредненные статические вольтамперные характеристики кремниевых диодов малой мощности

мА $I_{пр}$
300
200
100
При 80°C
При 25°C
В 500 400 300 200 100 0
$U_{пр}$
0,2 0,4 0,6 В
$U_{обр}$
0,1
0,2
0,3
Д226Б Д226В Д226Г Д226Д
$I_{обр}$ мА

Напряжения и токи в однополупериодном выпрямителе с конденсатором на входе фильтра

i
Ток через диод
Выпрямленный ток
I_0
t (время)
0
+u
Напряжение на входном конденсаторе фильтра
$U_{обр\,m}$
U_0
t (время)
0
U_{IIm}
Напряжение на вторичной обмотке трансформатора



КОНСТРУКЦИИ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Модели сплавных р-n переходов:

германиевого транзистора структуры р-n-р

In
Эмиттер
База
Коллектор
Ge-n
In
Кристаллодержатель

кремниевого транзистора структуры n-р-n

p+Sn
p+Sn
Si-p

Модель р-n переходов сплавно-диффузионного германиевого транзистора структуры р-n-р

Pb+Sb
In+Ga+Sb
Эмиттер
База
Коллектор
Ge-p
Кристаллодержатель

Модель германиевого мезатранзистора структуры р-n-р

Au+Sb
Al
Ge-p

Модели р-n переходов планарных кремниевых транзисторов:

структуры n-р-n

Si-n
Эмиттер
$SiO_2(Si_3N_4)$
База
Коллектор

структуры n-р-n эпитаксиального

Эпитаксиальный слой
Кристаллодержатель

Модель р-n переходов конверсионного германиевого транзистора структуры р-n-р

In+Sb
Эмиттер
База
Ge-p
Коллектор
Кристаллодержатель

- Полупроводник с электропроводностью р-типа
- Полупроводник с электропроводностью n-типа
- Полупроводник с повышенной электропроводностью n-типа

Разрезы транзисторов

Сплавной транзистор в металлическом корпусе

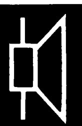
Кристаллодержатель
Вывод эмиттера
Пластинка Ge или Si с р-n переходами
Вывод коллектора
Ножка
Стеклянный изолятор
Э Б К
8
Ф11

Сплавно-диффузионный, планарный, конверсионный транзистор в металлостеклянном корпусе

Вывод эмиттера
Пластинка Ge или Si с р-n переходами
Стеклянный изолятор
Э К Б
6
Ф9

Эпитаксиально-планарный бескорпусный транзистор в пластмассовой оболочке

Пластмасса
Вывод базы
Пластинка Si с р-n переходами
Вывод эмиттера
Б К Э
6
7



ГОЛОВКИ ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРЯМОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Выводные лепестки

Гибкие проводники

Фланец

Картонная прокладка

Ярмо

Дополнительный диффузор

Магнит

Диффузор

Звуковая катушка

Керн

Диффузородержатель

Центрирующая шайба

2ГД-3

2ГД-22

10ГД-30

1ГД-3РР3

Магнитные системы

Направление движения

Направление тока

Правило левой руки

2ГД-19

Уровень звукового давления, дБ

20

10

0

10 100 200 500 1000 2000 5000 10000 20000 Гц

Частотная характеристика головки

0

-30 +30

-60 +60

-90 +90

35ГД-30

Характеристика направленности головки

1-200 Гц; 2-1,6 кГц; 3-12,5 кГц

5. Литература в помощь радиотехническим кружкам и начинающим радиолюбителям

Резников М. Р. Радио и телевидение вчера, сегодня, завтра.— М.: Связь, 1977.— 96 с.

В книге в популярной форме рассказывается о развитии радио и телевидения за годы Советской власти. Дается краткое описание истории изобретения радио А. С. Поповым, показан большой вклад русских и советских ученых в развитие радиотехники и телевидения. Приводятся декреты и письма, подписанные В. И. Лениным по вопросам развития радио в нашей стране, излагаются перспективы радиовещания и телевидения. Особое внимание уделено роли радиоэлектроники в науке, технике и народном хозяйстве.

Книга предназначена для широкого круга читателей, интересующихся историей радио и телевидения.

Борисов В. Г. Юный радиолюбитель.— 6-е изд.— М.: Энергия, 1979.—480 с.

В форме популярных бесед, сопровождаемых опытами и экспериментами, книга знакомит читателя с основами элементарной электро- и радиотехники, с историей радио и современным применением радиоэлектроники. Она содержит более 50 описаний разных по сложности конструкций приемников и усилителей звуковой частоты, радиоузла туристского лагеря, измерительных приборов и приспособлений, простых автоматически действующих устройств, электромузыкальных инструментов, аппаратуры телеуправления моделями, аппаратуры для радиоспорта. В конце книги дан справочный материал.

Борисов В. Г., Фролов В. В. Измерительная лаборатория начинающего радиолюбителя.— М.: Энергия, 1977.— 136 с.

В этой книге, адресуемой широкому кругу радиолюбителей, рассказывается о принципах электрических измерений, конструировании простых измерительных приборов, необходимых при монтаже, испытании и налаживании различных радиотехнических устройств и работе с ними. В описываемую радиоизмерительную лабораторию входят девять приборов первой необходимости: авометр, испытатель транзисторов, транзисторные вольтметры постоянного и переменного тока с относительно большими входными сопротивлениями, измеритель *RCL*, генераторы сигналов низкой и высокой частот, блок выпрямителей для питания от сети переменного тока приборов комплекта измерительной лаборатории и налаживаемых транзисторных конструкций, низкочастотный электронно-лучевой осциллограф.

Все приборы, кроме осциллографа, имеют однотипное конструктивное и внешнее оформление. Испытатель транзисторов и транзисторные вольтметры постоянного и переменного тока выполнены в виде приставок к авометру, микроамперметр которого используется для оценки измеряемых электрических величин.

Иванов Б. С. В помощь радиокружку.— М.: Энергия, 1982.— 128 с. В книге, рассчитанной главным образом на кружки начинающих радиолюбителей, рассказывается об устройстве, принципе работы, испытании и налаживании разных по сложности самодельных измерительных приборов, радиоприемников, усилителей для воспроизведения грамзаписи, приборов-автоматов для дома, школы, цветомузыкальных устройств, радиотехнических игр и аттракционов, электронных переключателей елочных гирлянд.

Путятин Н. Н. В помощь начинающему радиолюбителю.— М.: Энергия, 1980.—128 с.

Книга, написанная старейшим руководителем радиотехнических кружков, знакомит читателя с техническим оснащением рабочего места, инструментами и материалами, радиодеталями широкого применения, радиомонтажными работами, с технологией любительского конструирования и методикой налаживания радиотехнических устройств. Большая часть книги посвящена описанию усилителей, приемников, в том числе на интегральных микросхемах, выпрямителей и других доступных для повторения конструкций начинающего радиолюбителя.

Фролов В. В. Радиолюбительская технология:— М.: ДОСААФ, 1975.—134 с.

В книге собраны и систематизированы технологические советы, опубликованные в разное время в журнале «Радио» и другой радиолюбительской литературе. Из огромного объема материала автор отобрал тот, который может оказаться наиболее полезным как начинающим, так и подготовленным радиолюбителям. В книге, в частности, рассказано о технологии работ радиолюбителя, даны со-

веты и рекомендации по обработке различных материалов, намотке катушек индуктивности и трансформаторов, изготовлению самодельных деталей и элементов конструкций простейших станков, инструментов и приспособлений.

Большая часть советов и почти все приспособления проверены многолетней радиолюбительской практикой автора.

Демьянов И. А., Казанский И. В. Радиоспорт в СССР. М.: Энергия, 1979.— 112 с.

Книга, рассчитанная на широкий круг читателей, знакомит с историей радиоспорта в СССР, со славными делами советских радиоспортсменов, развитием радиоспортивной техники. Специальная глава «Радиоспорт среди школьников» посвящена организации и содержанию работы с юными радиоспортсменами в общеобразовательных школах, на станциях и в клубах юных техников, в Домах и Дворцах пионеров и школьников, в пионерских лагерях, их участию в соревнованиях, в походах и военизированных играх «Зарница», «Орленок».

Казанский И. В., Поляков В. Т. Азбука коротких волн.— М.: ДОСААФ, 1978.— 143 с.

Авторы книги — известные в нашей стране радиоспортсмены и пропагандисты этого вида спорта — знакомят с коротковолновым любительством, сообщают основные сведения о работе коротковолновиков, применяемой ими системы позывных и кодовых сокращениях.

Практическая часть книги посвящена конструированию несложной коротковолновой аппаратуры: приемника прямого преобразования на любительские диапазоны 80 и 40 м, супергетеродина для приема станций, работающих в диапазонах 80, 40 и 20 м в режимах AM, CW, SSB, конвертера к этому приемнику на диапазон 10 м, передатчика третьей категории для работы в диапазонах 80, 40 и 10 м. Специальная глава посвящена рекомендациям по выбору антенн любительских радиостанций.

«Радио» — ежемесячный научно-популярный радиотехнический журнал Министерства связи СССР и Всесоюзного ордена Ленина и ордена Красного Знамени добровольного общества содействия армии, авиации и флоту. Издается с 1924 года.

Этот популярный среди радиолюбителей журнал освещает достижения и перспективы радиоэлектроники, успехи радиолюбителей-конструкторов и радиоспортсменов, дает рекомендации по конструированию аппаратуры и приборов всех отраслей и направлений радиотехники и электроники. В 1976 году в нем создан большой раздел «Радио» — начинающим». Это как бы «журнал в журнале», в котором систематически помещаются описания сравнительно простых усилителей, радиовещательных приемников, измерительных приборов, электронных автоматических устройств разного назначения, аппаратуры для телеуправления моделями и радиоспорта, технологические советы, обмен опытом кружков и юных радиолюбителей. Многие из практических рекомендаций радиотехническим кружкам, которые даны в этой книге, были в кратком изложении опубликованы в этом разделе журнала.

6. Радиодетали — почтой

Заказы на радиодетали по почте выполняют Центральная торговая база Посылторга и Московская межреспубликанская торговая контора Центросоюза.

Ознакомиться с полным перечнем радиодеталей, высылаемых Посылторгом во все населенные пункты страны (кроме Москвы), можно по каталогу «Радиодетали», который должен быть в каждом почтовом отделении. Если каталога почему-либо не окажется, нужно сообщить об этом Посылторгу — в течение десяти дней он вместе с бланками заказов будет выслан в адрес почтового отделения.

Выбрав по каталогу нужные детали или наборы деталей, надо четким почерком вписать в левую и правую части бланка заказа номера и наименования радиодеталей в той последовательности, в какой они расположены в каталоге. Необходимо также проставить число заказываемых деталей, а затем указать фамилию, имя и отчество (полностью) и адрес (с шестизначным почтовым индексом) заказчика.

Заполненные и подписанные бланки направляют по адресу: **111126, Москва, Е-126, Авиамоторная ул., 50. Центральная торговая база Посылторга.** Никаких денежных переводов при этом делать не надо, так как детали высылаются заказчику наложенным платежом. Сумма наложенного платежа зависит от вида отправления (посылка или бандероль), его массы и расстояния от базы до места назначения.

Заказы с обратным адресом «До востребования» не исполняются.

Дворцы и Дома пионеров и школьников, станции и клубы юных техников, школы база Посылторга по каталогу «Радиодетали» не обслуживает. Для них есть отдельный список деталей, который база высылает по запросу. Детали в этом случае база высылает после оплаты счета.

При получении посылки (или бандероли) нужно вместе с почтовым работником проверить правильность указанной в документах массы, целость печати и упаковки, затем вскрыть посылку и сверить содержимое с записями на вложенной части бланка заказа (фактуре). При обнаружении повреждения посылки (бандероли) и недостачи деталей составляют акт и высылают его в адрес базы. Если же обнаружены отклонения в выполнении заказа, сообщают об этом базе, приложив к письму фактуру.

Московская межреспубликанская торговая контора Центросоюза высылает радиодетали почтовыми посылками или бандеролями наложенным платежом по индивидуальным заказам сельских радиолюбителей. Перечни радиодеталей и бланки заказов контора высылает по запросу покупателей бесплатно. Бланки заказов вкладываются также в посылки (бандероли) при отправке радиодеталей по ранее присланным заказам.

Стоимость радиодеталей и расходы по их пересылке оплачиваются заказчиками на почте при получении посылки (бандероли) в сумме наложенного платежа, указанного на посылке и в почтовом извещении.

Письма-заказы следует направлять по адресу: **121471, Москва, Рябиновая ул., 45. Московская межреспубликанская торговая база Центросоюза: Отдел заказов.**

7. Нашим читателям

Издательства, выпускающие радиотехническую литературу, книг не высылают. Эта литература расходится очень быстро, поэтому издания прошлых лет приобрести или выписать трудно, их надо искать в библиотеках.

Сообщения о книгах для радиолюбителей, которые будут издаваться в текущем году, ежегодно публикуются в первых номерах журнала «Радио». О выходящих книгах можно узнать и по библиографическому списку газеты «Книжное обозрение». В этой же газете под рубрикой «Известия книжных магазинов» можно прочитать о книгах, имеющихся в данный момент в продаже в тех или иных магазинах или на книготорговых базах.

Лучше всего заранее оставить в магазине заказ-открытку на интересующую литературу, включенную в тематические планы-проспекты, которые ежегодно составляют все издательства и рассылают по книжным магазинам.

Если же местный магазин не принимает предварительные заказы, их можно направлять в ближайшие специализированные магазины «Книга-почтой». Заказ оформляют на почтовой открытке (по одной на каждое издание). В заказе нужно указать: фамилию автора (составителя), название книги, издательство, год и место издания, свой точный адрес (с шестизначным почтовым индексом), фамилию, имя, отчество. В этом случае книги высылаются посылками или бандеролью наложенным платежом. Заказы с обратным адресом «до востребования» не выполняются.

Радиолюбители, живущие в местах, где поблизости нет книжных магазинов, могут обратиться в республиканские магазины научно-технической книги своей республики по следующим адресам:

Азербайджанская ССР — 370117, Баку, пос. Баладжаны, ул. Натаван, 8, магазин № 56.

Армянская ССР — 375051, Ереван, ул. Наири Заряна, 24, центральный магазин «Книга — почтой» № 14.

Белорусская ССР — 220005, Минск, 5, Ленинский проспект, 48, магазин «Научно-техническая книга», № 13.

Грузинская ССР — 380029, Тбилиси, ул. Камо, 18, центральный магазин «Книга — почтой».

Казахская ССР — 480015, Алма-Ата, ул. Жарокова, 154-а, центральный магазин «Книга — почтой».

Киргизская ССР — 720007, Фрунзе, ул. Леваневского, 2, республиканский магазин «Книга — почтой».

Латвийская ССР — 226047, Рига, ул. Ленина, 17, магазин «Гайсма».

Латвийская ССР — 232000, Вильнюс, проспект Ленина, 29, магазин «Техника».

Молдавская ССР — 277012, Кишинев, ул. Пушкина, 15, магазин «Штиинца».

Таджикская ССР — 734017, Душанбе, проспект Ленина, 142, магазин № 4.

Туркменская ССР — 744000, Ашхабад, Хивинская ул., 1, центральный книжный магазин.

Узбекская ССР — 700122, Ташкент, 122, ул. Волгоградская, 10-а, магазин «Книга — почтой».

Украинская ССР — 252001, Киев, ул. Крещатик, 44, магазин № 15; 290006, Львов, пл. Рынок, 15, магазин № 4; 310012, Харьков, ул. Свердлова, 17, магазин № 1.

Эстонская ССР — 200001, Таллин, бульвар Ленина, 7, «Техническая и медицинская книга».

Радиолюбители, проживающие в Сибири, могут обращаться по адресам: 630091, Новосибирск, Красный проспект, 60, магазин «Книга — почтой»; 680000, Хабаровск, ул. К. Маркса, 17, магазин «Техническая книга».

СОДЕРЖАНИЕ

ВИКТОР ГАВРИЛОВИЧ БОРИСОВ

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК И ЕГО РАБОТА

Редактор издательства **Т. В. Жукова**
Обложка художника **В. Козлова**
Художественный редактор **Г. Н. Кованов**
Технический редакторы **Т. Н. Зыкина, Г. З. Кузнецова**
Корректор **Н. Л. Жукова**

ИБ № 576

Сдано в набор 22.12.82 Подписано в печать 28.02.83
Т-03752 Формат 60 × 90[1]/16 Бумага кн.-журн.
Гарнитура литерат. Печать высокая
Усл. печ. л. 6,5 Усл. кр.-отт. 6,75 Уч.-изд. л. 10,27
Тираж 200 000 экз. (1-й завод 1—100 000 экз.)
Изд. № 19458 Зак. № 3019 Цена 75 к.

Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Главпочтамт, а/я 693

Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, М-54, Валовая, 28

75 к.

«РАДИО И СВЯЗЬ»